

Журнал медико-биологических исследований. 2026. Т. 14, № 2. С. 47–55.
Journal of Medical and Biological Research, 2026, vol. 14, no. 2, pp. 47–55.



Научная статья
УДК [611.7-053.2+577.16](045)
DOI: 10.37482/2687-1491-Z284

Корректировка постуральных функций детей второго периода детства с использованием витамина D и координационной гимнастики

Илья Вячеславович Козловский* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8683-7319>
Владимир Васильевич Кривошеев** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8125-0890>
Андрей Петрович Койносов*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4917-4194>

*Окружная клиническая больница
(Ханты-Мансийск, Россия)

**Технопарк высоких технологий
(Ханты-Мансийск, Россия)

***Ханты-Мансийская государственная медицинская академия
(Ханты-Мансийск, Россия)

Аннотация. В последние три десятилетия в мире наблюдается устойчивая тенденция к росту распространенности детской гиподинамии, приводящей к нарушению формирования походки, позы, стереотипов постановки стоп, мышечного баланса пояса нижних конечностей и общего постурального баланса тела. **Целью** данной работы является исследование возможности улучшения постуральных функций детей второго периода детства за счет повышения концентрации кальцидиола в сыворотке крови до оптимального уровня и проведения координационной гимнастики. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 73 ребенка в возрасте от 7 до 11 лет (41 девочка и 32 мальчика, средний возраст – $9,1 \pm 0,5$ года), которые были разделены на две группы вмешательства (дети одной из них в течение 3 мес. получали витамин D₃, другой – в течение 3 мес. получали витамин D₃ и проходили курс координационной гимнастики) и группу наблюдения (не подвергались корректирующим воздействиям). В начале исследования и по его окончании у всех участников измерялись постуральные показатели с использованием статической стабилотрии. **Результаты.** Выявлено, что у детей из групп вмешательства после проведения корректирующих мероприятий постуральные функции статистически значимо улучшились, что характеризовалось уменьшением длины, скорости и площади статокинезиограммы, а также снижением энергетических затрат на удержание позы. При этом наибольшее улучшение постуральных показателей наблюдалось в группе детей, принимавших витамин D₃ и занимавшихся координационной гимнастикой. В ходе исследования было установлено, что оптимальная конечная концентрация кальцидиола в сыворотке крови, при которой достигается наивысший эффект в корректировке постуральных функций детей второго периода детства, находится в диапазоне 40–60 нг/мл.

© Козловский И.В., Кривошеев В.В., Койносов А.П., 2026

Ответственный за переписку: Илья Вячеславович Козловский, адрес: 628007, г. Ханты-Мансийск, ул. Патриса Лумумбы, д. 82; e-mail: ilya1537@yandex.ru

Ключевые слова: дети второго периода детства, постуральные функции, постуральный баланс, устойчивость вертикальной позы, статическая стабилметрия, витамин D₃, координационная гимнастика

Для цитирования: Козловский, И. В. Корректировка постуральных функций детей второго периода детства с использованием витамина D и координационной гимнастики / И. В. Козловский, В. В. Кривошеев, А. П. Койносов // Журнал медико-биологических исследований. – 2026. – Т. 14, № 2. – С. 47-55. – DOI 10.37482/2687-1491-Z284.

Original article

Adjustment of Postural Functions in Children of the Second Period of Childhood Using Vitamin D and Coordination Exercises

Ilia V. Kozlovsky* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8683-7319>

Vladimir V. Krivosheev** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8125-0890>

Andrey P. Koynosov*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4917-4194>

*District Clinical Hospital
(Khanty-Mansiysk, Russia)

**High Technology Park of Ugra
(Khanty-Mansiysk, Russia)

***Khanty-Mansiysk State Medical Academy
(Khanty-Mansiysk, Russia)

Abstract. In recent decades, there has been a steady trend towards the development of childhood hypodynamia, which leads to impaired gait, posture, foot placement, muscle balance in the lower extremities, and overall postural balance. The **purpose** of this study is to investigate the possibility of improving postural functions in children of the second period of childhood by increasing the serum concentration of calcidiol to an optimal level and performing coordination exercises. **Materials and methods.** The study involved 73 children (41 girls and 32 boys) aged 7 to 11 (mean age 9.1 ± 0.5 years), who were divided into two intervention groups (with children from one group receiving vitamin D₃ for three months, and children from the other group receiving vitamin D₃ and performing coordination exercises for three months) and a control group, whose participants did not receive any interventions. At the beginning of the study and after its completion, all participants had their postural parameters measured using the methods of static stabilometry. **Results.** It was found that in groups A and B, as a result of the interventions, postural parameters significantly improved statistically, which was characterized by a decrease in the length, speed and area of the statokinesiogram, as well as a decrease in the energy expenditure for maintaining posture. At the same time, the greatest improvement of parameters was observed in the group of participants who took vitamin D₃ and performed coordination exercises. The findings indicate that the optimal final serum concentration of calcidiol, which ensures the highest effect on postural functions in children of the second period of childhood, is between 40 and 60 ng/mL.

Corresponding author: Ilia Kozlovsky, address: ul. Patrisa Lumumby 82, Khanty-Mansiysk, 628007, Russia; e-mail: ilya1537@yandex.ru

Keywords: children of the second period of childhood, postural functions, postural balance, stability of vertical posture, static stabilometry, vitamin D, coordination exercises

For citation: Kozlovsky I.V., Krivosheev V.V., Koynosov A.P. Adjustment of Postural Functions in Children of the Second Period of Childhood Using Vitamin D and Coordination Exercises. *Journal of Medical and Biological Research*, 2026, vol. 14, no. 2, pp. 47–55. DOI: 10.37482/2687-1491-Z284

Увлечение современными виртуальными играми, недостаток движения, стрессовые ситуации, несбалансированный рацион питания и сокращение личных контактов между детьми привели к тому, что в последние три десятилетия гиподинамия среди несовершеннолетних приобрела устойчивый характер. Известно, что в детстве формируются определенные двигательные и поструральные стереотипы, вырабатываются особенности походки, позы, постановки стоп, мышечного баланса пояса нижних конечностей и общего пострурального баланса тела. Нарушения поструральных функций в детстве приводят к патологии физического развития в более зрелом возрасте и к возникновению заболеваний опорно-двигательной системы [1, 2].

На состояние костно-мышечной системы и соединительной ткани существенное влияние оказывает концентрация витамина D в сыворотке крови. Результаты нашего предыдущего исследования свидетельствуют о том, что в Российской Федерации в целом отмечается рост общей заболеваемости патологиями костно-мышечной системы и соединительной ткани среди детей и подростков, проживающих в высоких широтах, что наряду с другими причинами связано со сниженным воздействием ультрафиолетового излучения и выработкой меньшего количества витамина D в коже человека [3].

Не вызывает сомнений положительное влияние лечебной физкультуры на состояние поструральных функций у пациентов разного возраста. В результате выполнения специальных упражнений восстанавливаются сила и тонус мышц, исчезают боли в суставах и мышцах, связанные с перенапряжением и неправильной осанкой, осанка становится более подтянутой, улучшается подвижность суставов, о чем

свидетельствует целый ряд клинических исследований [4–6]. К сожалению, гораздо менее представительным выглядит опыт оптимизации поструральных функций за счет совместного использования лечебной гимнастики и повышения уровня витамина D (кальцидиола, 25(OH)D) в сыворотке крови пациентов [7].

Нам представляется, что наиболее перспективным методом оценки совершенства поструральных функций и контроля качества корректирующих мероприятий является стабилметрия, анализ результатов которой позволяет повысить точность диагностики и установить эффективность медицинской реабилитации при ортопедической патологии у детей, сопровождающейся поструральными нарушениями [8–11].

Целью данной работы стало изучение возможности улучшения поструральных функций детей второго периода детства за счет повышения концентрации кальцидиола в сыворотке крови до оптимального уровня и проведения координационной гимнастики.

Материалы и методы. Экспериментальное исследование выполнено в 2023–2025 годах на базе кафедры физиологии и спортивной медицины Ханты-Мансийской государственной медицинской академии, частных медицинских центров «Здравсервис Ко» и «Медракурс Север» (г. Ханты-Мансийск). Все процедуры были одобрены локальным этическим комитетом Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (протокол № 160 от 18.11.2020). Согласно требованиям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (редакция 2013 года), от всех законных представителей участников получено информированное добровольное согласие, соблюдалась конфиденциальность сведений.

В исследовании приняли участие 73 ребенка обоего пола в возрасте 7–11 лет без органических патологий, не имевших физических или психических отклонений от возрастной нормы, не занимавшихся регулярно спортом. Они были рандомизированы случайным образом на группы: 1 – принимавшие витамин D ($n = 29$, возраст $9,67 \pm 1,29$ года); 2 – принимавшие витамин D и занимавшиеся координационной гимнастикой ($n = 20$, возраст $9,02 \pm 0,89$ года), 3 – наблюдения ($n = 24$, возраст $9,60 \pm 1,24$ года). Дети из группы 1 в течение 3 мес. принимали витамин D₃ (холекальциферол) для повышения концентрации 25(OH)D в сыворотке крови до планируемого уровня 50 нг/мл. Представители группы 2 в течение 3 мес. принимали витамин D₃ и одновременно проходили разработанный при участии И.В. Козловского курс координационной гимнастики, основанный на положениях теории формирования функциональных систем с учетом закономерностей развития ловкости человека. Курс состоял из 4 этапов, каждый из которых был призван формировать и усиливать навык удержания равновесия в физиологических движениях – стоянии и ходьбе. В группе наблюдения корректирующие мероприятия не проводились.

Планируемый уровень кальцидиола (50 нг/мл) был установлен исходя из следующих соображений. Большинство исследований показывают, что как для детей, так и для взрослых концентрация 25(OH)D в крови, превышающая 150 нг/мл, вызывает опасения, связанные с возможностью гиперкальциемии, а равная 100 нг/мл – обеспечивает достаточный запас для снижения риска гиперкальциемии [12]. Группа экспертов, имеющих устойчивую международную репутацию, возглавляемая директором Исследовательского центра солнечного света, питания и здоровья (США) У. Грантом (W.B. Grant et al., 2025), считает, что ежедневная доза витамина D₃ от 4000 до 6000 МЕ для достижения уровня 25(OH)D в сыворотке крови от 40 до 70 нг/мл обеспечивает наиболее надежную защиту от многих неблагоприятных последствий для здоровья [13].

J. Vojinovic, R. Cimaz уверены, что поддержание уровня 25(OH)D в диапазоне от 40 до 60 нг/мл является идеальным [14].

Суточная доза холекальциферола рассчитывалась с использованием разработанного нами на основе международной клинической практики алгоритма, исходя из требуемого приращения концентрации 25(OH)D и известных начальных характеристик:

$$\text{Dose} = \frac{\Delta D - 15,2 - 0,02 \cdot \text{Age} + 0,077 \cdot D_0 - 0,016 \cdot T + 0,36 \cdot \text{BMI}}{0,0034},$$

где Dose – суточная доза холекальциферола, МЕ; ΔD – требуемое приращение концентрации кальцидиола в сыворотке крови, нг/мл; Age – возраст пациента, годы; D_0 – начальная концентрация кальцидиола в сыворотке крови, нг/мл; T – продолжительность приема витамина D, сут; BMI – индекс массы тела, кг/м².

В начале исследования, а также через 3 мес. у детей всех групп производилось измерение концентрации 25(OH)D в сыворотке крови методом хемилюминесцентного иммуноанализа на микрочастицах в медицинских лабораториях «Гемотест» Ханты-Мансийска, а также оценка совершенства вертикальной позы с использованием стабиллоплатформы ST-150 компании «Мера» (Россия) (регистрационное удостоверение на медицинское изделие ФСР 2010/07900 от 27.01.2025).

При анализе совершенства позы измерялись следующие показатели статокинезиограммы (СКГ):

- длина СКГ – сумма длин всех ее отрезков за 1 мин, мм;
- скорость СКГ – средняя скорость движения центра давления в течение 1 мин наблюдения на силовой платформе, мм/с;
- площадь СКГ – площадь эллипса, внутри которого находится 95 % всех координат центра давления человека на опорную поверхность, мм²;
- энергоемкость позы – энергетические затраты, направленные на сохранение вертикальной позы в процессе постурального регулирования, Дж.

Проверка выборочных совокупностей на соответствие нормальному закону распределения при помощи χ^2 -критерия Пирсона показала, что они соответствуют закону Гаусса. Проверка гипотезы о равенстве выборочных средних значений выполнялась с использованием критерия Фишера–Снедекора, при уровне статистической значимости $p < 0,05$ гипотеза о равенстве средних значений отвергалась.

Результаты. Данные, представленные в *табл. 1*, демонстрируют устойчивую тенденцию позитивных изменений стабилметрических показателей в группах, получавших коррекционные воздействия. При этом наибольшее улучшение постуральных показателей произошло в группе детей, принимавших витамин D₃ и занимавшихся координационной гимнастикой. В группе наблюдения, представ-

ители которой не подвергались ни коррекции уровня витамина D, ни оптимизации двигательной активности, наблюдалась обратная тенденция – ухудшение показателей стабильности позы, несмотря на то что в этой группе средний начальный уровень кальцидиола (35,8 нг/мл) был существенно выше, чем в группах вмешательства.

После проведения корректирующих мероприятий была произведена оценка статистической значимости изменения стабилметрических показателей в группах вмешательства (по критерию Фишера–Снедекора) с учетом результатов, зафиксированных в группе наблюдения. Установлено, что в обеих группах вмешательства произошло статистически значимое улучшение стабилметрических показателей, а следовательно – постуральных функций (*табл. 2*).

Таблица 1

Улучшение постуральных функций у детей 7–11 лет
после проведения корректирующих мероприятий
Improvement of postural functions in children aged 7–11
after corrective interventions

Показатель	Группа 1 (n = 29)	Группа 2 (n = 20)	Группа 3 (наблюдения) (n = 24)
Уровень 25(OH)D, нг/мл: в начале исследования (M±σ) в конце исследования (M±σ) изменение за 3 мес.	18,1±4,7 43,8±12,4 25,7	21,3±7,0 70,8±36,9 49,5	35,8±13,5 26,7±12,4 -9,1
Длина СКГ, мм: в начале исследования (M±σ) в конце исследования (M±σ) изменение за 3 мес.	870±220 768±228 -102	1109±431 903±338 -206	804±229 942±217 138
Скорость СКГ, мм/с: в начале исследования (M±σ) в конце исследования (M±σ) изменение за 3 мес.	14,7±3,7 12,8±3,5 -1,9	18,5±7,2 16,0±6,1 -2,5	13,4±3,8 15,5±3,6 2,1
Площадь СКГ, мм ² : в начале исследования (M±σ) в конце исследования (M±σ) изменение за 3 мес.	533±408 384±278 -149	718±494 527±445 -191	461±372 580±427 119
Энергоемкость позы, Дж: в начале исследования (M±σ) в конце исследования (M±σ) изменение за 3 мес.	16,3±10,7 11,4±9,2 -4,9	28,2±26,0 16,7±14,7 -11,5	13,0±8,0 19,1±15,7 6,1

Примечание: M±σ – среднее значение и стандартное отклонение.

Таблица 2

Статистическая значимость изменения стабилметрических показателей у детей 7–11 лет после проведения корректирующих мероприятий
Calculations result of the statistical significance of changes in stabilometric parameters of children aged 7–11 after corrective interventions

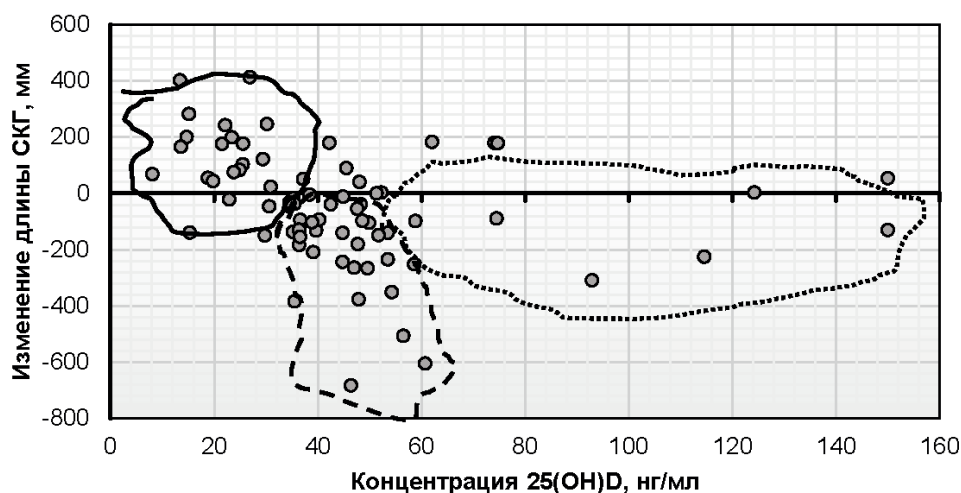
Показатель	Группа 1		Группа 2	
	$F_{\text{н}}$	p	$F_{\text{н}}$	p
Длина СКГ	-5,69	$1 \cdot 10^{-6}$	-4,44	$1 \cdot 10^{-4}$
Скорость СКГ	-4,37	$6 \cdot 10^{-5}$	-2,847	0,01
Площадь СКГ	-5,15	$4 \cdot 10^{-6}$	-3,036	0,045
Энергоемкость позы	-4,141	$1,5 \cdot 10^{-4}$	-5,032	$1,5 \cdot 10^{-6}$

Примечание: $F_{\text{н}}$ – наблюдаемый критерий Фишера–Снедекора.

Чтобы выяснить закономерности влияния концентрации 25(OH)D в сыворотке крови на постуральные функции детей, для всего массива данных по каждому стабилметрическому показателю было построено поле его изменений и выделены зоны негативных (рост значений), позитивных (уменьшение значений) и неопределенных эффектов. В качестве примера на рисунке показано поле изменения длины

СКГ (с выделением соответствующих зон) при различных конечных концентрациях кальцидиола в сыворотке крови участников исследования.

Затем были рассчитаны средние значения изменения каждого стабилметрического показателя за период исследования в диапазонах конечных концентраций 25(OH)D: 0–20, 20–40, 40–60 и >60 нг/мл (табл. 3).



Поле изменения длины СКГ у детей 7–11 лет в различных диапазонах конечных концентраций 25(OH)D с выделенными зонами эффектов: — негативные; ---- позитивные; неопределенные

Field of changes in the length of the statokinesiogram for children aged 7–11 at various ranges of final 25(OH)D concentrations with highlighted zones of effects: — negative; ---- positive; uncertain

Таблица 3

Средние изменения стабилметрических показателей у детей 7–11 лет за период исследования в диапазонах конечных концентраций 25(OH)D
Average changes in stabilometric parameters of children aged 7–11 over the study period within the range of final 25(OH)D concentrations

Показатель	Изменение при конечной концентрации 25(OH)D, нг/мл			
	0–20	20–40	40–60	>60
Длина СКГ, мм	135,00	0,13	–173,00	–16,00
Скорость СКГ, мм/с	2,16	–0,10	–2,70	0,38
Площадь СКГ, мм ²	170	–69	–177	12
Энергоемкость позы, Дж	2,27	–0,37	–9,04	1,47

Обсуждение. Совместное изучение информации, представленной на рисунке и в табл. 3, позволяет сделать следующие выводы:

1) при конечной концентрации 25(OH)D в сыворотке крови в диапазоне от 0 до 20 нг/мл происходило ухудшение постральных показателей по сравнению с исходными;

2) в диапазоне конечных концентраций от 20 до 40 нг/мл изменения постральных показателей по сравнению с исходными практически не происходило;

3) наиболее существенные позитивные изменения постральных показателей наблюдались при достижении конечных концентраций от 40 до 60 нг/мл;

4) при превышении концентрации 60 нг/мл позитивные изменения постральных показателей прекращались и, как правило, начинали развиваться негативные тенденции.

На наш взгляд, это позволяет сделать важное предположение о том, что как недостаточно, так и излишне высокие концентрации кальцидиола в сыворотке крови не способствуют улучшению постральных функций детей.

Исследование показало, что целенаправленное повышение уровня кальцидиола в сыворотке крови, сопровождаемое проведением курса координационной гимнастики, способствует статистически значимому снижению основных стабилметрических показателей детей второго периода детства: длины, скорости и площади СКГ, а также уменьшению затрат энергии на сохранение позы, что свидетельствует об улучшении постральных функций. Установлено, что оптимальная конечная концентрация кальцидиола в сыворотке крови, при которой достигается наивысший эффект корректировки постральных функций, находится в диапазоне 40–60 нг/мл.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Список литературы

1. Dop D., Pădureanu V., Pădureanu R., Niculescu S.A., Drăgoescu A.N., Moroşanu A., Mateescu D., Niculescu C.E., Marcu I.R. Risk Factors Involved in Postural Disorders in Children and Adolescents // *Life* (Basel). 2024. Vol. 14, № 11. Art. № 1463. <https://doi.org/10.3390/life14111463>
2. Faienza M.F., Urbano F., Chiarito M., Lassandro G., Giordano P. Musculoskeletal Health in Children and Adolescents // *Front. Pediatr.* 2023. Vol. 11. Art. № 1226524. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1226524>
3. Кривошеев В.В., Козловский И.В., Федоров А.В. Витамин D и детская инвалидность: заболевания костно-мышечной системы и соединительной ткани в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // *Вопр. питания.* 2024. Т. 93, № 4. С. 84–91. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2024-93-4-84-91>

4. Li Y., Xiaoli H., Ye N., Songjian X., Li L., Qianqi H., Yining Y., Li C. Effect of Orthopedic Insoles on Spinal Deformity and Walking in Adolescents with Idiopathic Scoliosis Summary // *Front. Pediatr.* 2023. Vol. 11. Art. № 1259746. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1259746>

5. Varjan M., Žiška Böhmerová L., Oreská L., Schickhofer P., Hamar D. In Elderly Individuals, the Effectiveness of Sensorimotor Training on Postural Control and Muscular Strength Is Comparable to Resistance-Endurance Training // *Front. Physiol.* 2024. Vol. 15. Art. № 1386537. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1386537>

6. Старовойтова Ю.В., Аношко В.Г., Ширяев А.И. Применение средств постуральной гимнастики на занятиях по физической культуре для студентов специального учебного отделения // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. Минск: БГАТУ, 2020. С. 652–654.

7. Abdeen H.A.A., Rodriguez-Sanz D., Ewidea M., Al-Hamaky D.M.A., Mohamed M.A.E., Elerian A.E. Efficacy of Vitamin D Supplementation in Addition to Aerobic Exercise Training in Obese Women with Perceived Myalgia: A Single-Blinded Randomized Controlled Clinical Trial // *Nutrients.* 2021. Vol. 13, № 6. Art. № 1819. <https://doi.org/10.3390/nu13061819>

8. Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метод интегральной оценки эффективности регуляции позы человека // *Мед. техника.* 2018. № 2(308). С. 49–52.

9. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Практическая стабилметрия. Статические двигательные-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М.: Маска, 2012. 88 с.

10. Negru M., Dinu A.R., Amaricai E., Catan L., Bolovan A.D., Lazarescu A.E., Stanciulescu C.M., Boia E.S., Popoii C.M. Stabilometry in Relation to Hip and Knee Muscle Force in Children with Surgically Treated Unilateral Slipped Capital Femoral Epiphysis // *Children (Basel).* 2024. Vol. 11, № 10. Art. № 1186. <https://doi.org/10.3390/children11101186>

11. Никитюк И.Е., Савина М.В. Экспресс-диагностика стабилметрических параметров у юных спортсменов в условиях неустойчивого равновесия // *Соврем. вопр. биомедицины.* 2025. Т. 9, № 1(31). Ст. № 27. https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025_09_01_27

12. Holick M.F., Binkley N.C., Bischoff-Ferrari H.A., Gordon C.M., Hanley D.A., Heaney R.P., Murad M.H., Weaver C.M. Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2011. Vol. 96, № 7. P. 1911–1930. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-0385>

13. Grant W.B., Wimalawansa S.J., Pludowski P., Cheng R.Z. Vitamin D: Evidence-Based Health Benefits and Recommendations for Population Guidelines // *Nutrients.* 2025. Vol. 17, № 2. Art. № 277. <https://doi.org/10.3390/nu17020277>

14. Vojinovic J., Cimaz R. Vitamin D—Update for the Pediatric Rheumatologists // *Pediatr. Rheumatol. Online J.* 2015. Vol. 13. Art. № 18. <https://doi.org/10.1186/s12969-015-0017-9>

References

1. Dop D., Pădureanu V., Pădureanu R., Niculescu S.A., Drăgoescu A.N., Moroșanu A., Mateescu D., Niculescu C.E., Marcu I.R. Risk Factors Involved in Postural Disorders in Children and Adolescents. *Life (Basel)*, 2024, vol. 14, no. 11. Art. no. 1463. <https://doi.org/10.3390/life14111463>

2. Faienza M.F., Urbano F., Chiarito M., Lassandro G., Giordano P. Musculoskeletal Health in Children and Adolescents. *Front. Pediatr.*, 2023, vol. 11. Art. no. 1226524. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1226524>

3. Krivosheev V.V., Kozlovsky I.V., Fedorov A.V. Vitamin D and Children's Disability: Diseases of the Musculoskeletal System and Connective Tissue in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. *Voprosy pitaniya*, 2024, vol. 93, no. 4, pp. 84–91 (in Russ.). <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2024-93-4-84-91>

4. Li Y., Xiaoli H., Ye N., Songjian X., Li L., Qianqi H., Yining Y., Li C. Effect of Orthopedic Insoles on Spinal Deformity and Walking in Adolescents with Idiopathic Scoliosis Summary. *Front. Pediatr.*, 2023, vol. 11. Art. no. 1259746. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1259746>

5. Varjan M., Žiška Böhmerová L., Oreská L., Schickhofer P., Hamar D. In Elderly Individuals, the Effectiveness of Sensorimotor Training on Postural Control and Muscular Strength Is Comparable to Resistance-Endurance Training. *Front. Physiol.*, 2024, vol. 15. Art. no. 1386537. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1386537>
6. Starovoytova Yu.V., Anoshko V.G., Shirayev A.I. Primenenie sredstv postural'noy gimnastiki na zanyatiyakh po fizicheskoy kul'ture dlya studentov spetsial'nogo uchebnogo otdeleniya [Application of Postural Gymnastics in Physical Education Classes for Students of a Special Educational Department]. *Tekhnicheskoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve* [Technical Support of Innovative Technologies in Agriculture]. Minsk, 2020, pp. 652-654.
7. Abdeen H.A.A., Rodriguez-Sanz D., Ewidea M., Al-Hamaky D.M.A., Mohamed M.A.E., Elerian A.E. Efficacy of Vitamin D Supplementation in Addition to Aerobic Exercise Training in Obese Women with Perceived Myalgia: A Single-Blinded Randomized Controlled Clinical Trial. *Nutrients*, 2021, vol. 13, no. 6. Art. no. 1819. <https://doi.org/10.3390/nu13061819>
8. Grokhovskii S.S., Kubryak O.V. Method of Integral Assessment of the Effectiveness of Human Posture Regulation. *Meditsinskaya tekhnika*, 2018, no. 2, pp. 49–52 (in Russ.).
9. Kubryak O.V., Grokhovskii S.S. Prakticheskaya stabilometriya. Sticheskie dvigatel'no-kognitivnye testy s biologicheskoy obratnoy svyaz'yu po opornoy reaktzii [Practical Stabilometry. Static Motor–Cognitive Tests with Ground Reaction Force Biofeedback]. Moscow, 2012. 88 p.
10. Negru M., Dinu A.R., Amaricai E., Catan L., Bolovan A.D., Lazarescu A.E., Stanculescu C.M., Boia E.S., Popoiu C.M. Stabilometry in Relation to Hip and Knee Muscle Force in Children with Surgically Treated Unilateral Slipped Capital Femoral Epiphysis. *Children (Basel)*, 2024, vol. 11, no. 10. Art. no. 1186. <https://doi.org/10.3390/children11101186>
11. Nikityuk I.E., Savina M.V. Express Diagnostics of Stabilometric Parameters in Young Athletes in Unstable Equilibrium Conditions. *Mod. Iss. Biomed.*, 2025, vol. 9, no. 1(31). Art. no. 27 (in Russ.). https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025_09_01_27
12. Holick M.F., Binkley N.C., Bischoff-Ferrari H.A., Gordon C.M., Hanley D.A., Heaney R.P., Murad M.H., Weaver C.M. Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2011, vol. 96, no. 7, pp. 1911–1930. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-0385>
13. Grant W.B., Wimalawansa S.J., Pludowski P., Cheng R.Z. Vitamin D: Evidence-Based Health Benefits and Recommendations for Population Guidelines. *Nutrients*, 2025, vol. 17, no. 2. Art. no. 277. <https://doi.org/10.3390/nu17020277>
14. Vojinovic J., Cimaz R. Vitamin D–Update for the Pediatric Rheumatologists. *Pediatr. Rheumatol. Online J.*, 2015, vol. 13. Art. no. 18. <https://doi.org/10.1186/s12969-015-0017-9>

Поступила в редакцию 20.01.2026 / Одобрена после рецензирования 16.03.2026 / Принята к публикации 18.03.2026
Submitted 20 January 2026 / Approved after reviewing 16 March 2026 / Accepted for publication 18 March 2026