

УДК 612.821.2, 612.766, 616-053.2

Козловский И. В.¹, Кривошеев В. В.²¹Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского АО – Югры «Окружная клиническая больница», Ханты-Мансийск, Россия² Автономное учреждение Ханты-Мансийского АО – Югры «Технопарк высоких технологий», Ханты-Мансийск, Россия

vvk_usu@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ КОРРЕКЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
НА ПОСТУРАЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ
МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК
МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

Аннотация. Знание особенностей динамики контроля вертикальной позы у детей разного пола представляется весьма актуальным, поскольку поструральные стереотипы формируются в детском возрасте, и их корректировка наиболее предпочтительна до появления устойчивых патологических стереотипов, свойственных взрослому человеку. Исследование проведено с целью изучения особенностей динамики совершенствования поструральных функций мальчиков и девочек младшего школьного возраста по мере взросления и влияния на них корректирующих мероприятий, направленных на улучшение поструральной устойчивости. В исследованиях приняли участие 29 девочек в возрасте $9,3 \pm 1,3$ лет и 20 мальчиков в возрасте $9,6 \pm 1,0$ лет без серьезных патологий, которые в течение трех месяцев принимали витамин D₃ и занимались координационной гимнастикой. В начале исследования и после его завершения с помощью платформы СТ-150 проводилось измерение стабилметрических показателей. Результаты показали, что в возрасте 7 лет поструральный контроль у

девочек несколько лучше, чем у мальчиков, но к 11,5 годам устойчивость вертикальной позы у мальчиков продолжает улучшаться, а у девочек положительная динамика прекращается. В исследованной нами группе девочек корректирующие мероприятия продемонстрировали максимальную эффективность в начале возрастного периода (7 – 9 лет), а к 11,5 – 12 годам у девочек сформировались устойчивые поструральные стереотипы, и меры коррекции устойчивости позы прекратили давать положительный эффект. На уровне тенденций аналогичные эффекты проявились в популяции мальчиков, но с некоторым запозданием, величину которого следует определить в результате дальнейших исследований. Полученные данные могут быть полезны при подготовке протоколов мероприятий, направленных на совершенствование поструральной устойчивости детей младшего школьного возраста.

Ключевые слова: дети младшего школьного возраста, стабилметрические исследования, поструральный контроль, витамин D.

Kozlovskiy I. V.¹, Krivosheev V. V.²

¹Budgetary institution of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra "Regional Clinical Hospital, Khanty-Mansiysk, Russia"

²Autonomous institution of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra "High Technology Technopark" Khanty-Mansiysk, Russia"
vvk_usu@mail.ru

THE INFLUENCE OF CORRECTIONAL MEASURES ON THE POSTURAL STABILITY OF BOYS AND GIRLS OF PRIMARY SCHOOL AGE

Abstract. Knowledge of the vertical posture control dynamics characteristics in children of different sexes is considered highly relevant, since postural stereotypes are formed in childhood, and their correction is most preferable before the appearance of stable pathological stereotypes typical of adults. The study was conducted with the aim of examining the features of the dynamics of the improvement of postural functions in boys and girls of younger school age as they grow, and the impact on them of corrective measures aimed at improving postural stability. The study involved 29 girls aged 9.3 ± 1.3 years and 20 boys aged 9.6 ± 1.0 years without serious pathologies, who for three months took vitamin D₃ and engaged in coordination gymnastics. At the beginning of the study and after its completion, stabilometric indicators were measured using the ST-150 platform. The results showed that at the age of 7, postural con-

trol in girls is somewhat better than in boys, but by the age of 11.5, boys' stability in the upright position continues to improve, while the positive dynamics in girls cease. In the group of girls we studied, corrective measures demonstrated maximum effectiveness at the beginning of the age period (7–9 years), and by 11.5–12 years, girls had developed stable postural stereotypes, and measures to correct posture stability ceased to have a positive effect. At the level of trends, similar effects were observed in the population of boys, but with some delay, the extent of which should be determined in further studies. The obtained data may be useful in preparing protocols of measures aimed at improving postural stability in younger school-age children.

Keywords: *primary school children, stabilometric studies, postural control, vitamin D.*

Актуальность. К настоящему времени опубликовано большое количество работ, посвященных исследованию различий поструральной устойчивости мужчин и женщин, большинство которых рассматривают данные различия людей, находящихся в зрелом или пожилом возрасте, и направлены на улучшение устойчивости и предупреждение падений [11; 17].

Единого мнения о специфике пострурального контроля и различий поструральной устойчивости детей и подростков в научном сообществе не существует, при этом приводится информация о том, что в детском возрасте либо существенных отличий в

степени совершенства постуральных функций представителей разного пола не существует [6], либо постуральный контроль у мальчиков лучше, чем у девочек [2], либо у девочек постуральная устойчивость лучше, чем у мальчиков [10].

Изучение некоторых работ, посвященных данной проблеме [7; 8], и собственные наблюдения позволили нам сделать предположение, что в начальный период младшего школьного возраста (~ 7 лет) девочки более устойчивы по сравнению с мальчиками, но в последующем, по мере взросления, мальчики начинают лучше контролировать вертикальную позу.

Не вызывает сомнения тот факт, что контроль вертикальной позы у детей улучшается по мере взросления, при этом знание особенностей динамики этого процесса у представителей разного пола, на наш взгляд, представляется весьма актуальным, поскольку постуральные стереотипы формируются именно в детском возрасте, и их корректировка, при наличии признаков негативных отклонений от нормы, может быть осуществлена наиболее эффективно именно в детстве, до появления устойчивых патологических стереотипов, свойственных многим взрослым людям.

Общеизвестно, что на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата положительное влияние оказывают системы специальных физических упражнений. Кроме этого, мы считаем весьма перспективным, наряду с проведением лечебной физкультуры, повышение концентрации витамина D в крови ребенка до оптимального уровня в 40 – 60 нг/мл [16].

Цель исследования. Изучение особенностей динамики совершенствования постуральных функций мальчиков и девочек младшего школьного возраста по мере взросления и влияния на них корректирующих мероприятий, связанных с приемом витамина D и применением координационной гимнастики.

Материалы и методы. Работа выполнена на кафедре физиологии и спортивной медицины Бюджетного учреждения высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия» в 2024-2025 гг. В исследованиях приняли участие 49 детей младшего школьного возраста: 29 девочек в возрасте $9,3 \pm 1,3$ лет и 20 мальчиков в возрасте $9,6 \pm 1,0$ лет без серьезных патологий, которые в течение трех месяцев принимали витамин D₃ и занимались координационной гимнастикой.

Прием витамина D₃ осуществлялся в соответствии с разработанным авторами алгоритмом, предусматривавшим индивидуальный расчет суточной дозы, исходя из начальной концентрации кальцидиола в сыворотке крови и требуемой величины ее повышения, возраста и Z-score показателя соотношения веса и роста участника исследования [1].

Курс авторской координационной гимнастики был направлен на формирование и усиление навыков удержания равновесия в физиологических движениях.

В начале исследования и после его завершения с помощью стабилметрической платформы СТ-150 компании МЕРА проводилось в статическом положении с открытыми глазами измерение длины колебаний центра давления (мм), скорости его перемещения (мм/с), площади эллипса колебаний (мм²), а также затрат энергии на удержание вертикальной позы (Дж) в течение 60 с.

Соответствие полученных данных закону Гаусса проверялось с использованием χ^2 критерия Пирсона. Характер связей между показателями стабилметрии и воз-

растом участников выявлялся при корреляционном анализе с вычислением коэффициента корреляции Пирсона (R) и последующим установлением его значимости по критерию t Стьюдента. Значения переменных представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее значение параметра, σ – среднеквадратическое отклонение. Результаты считались статистически значимыми при величине $p < 0,05$. Все статистические расчеты проводились с применением пакета прикладных компьютерных программ Microsoft Office Excel 2021.

Результаты. Основные результаты исследований представлены на рисунках 1 – 6.

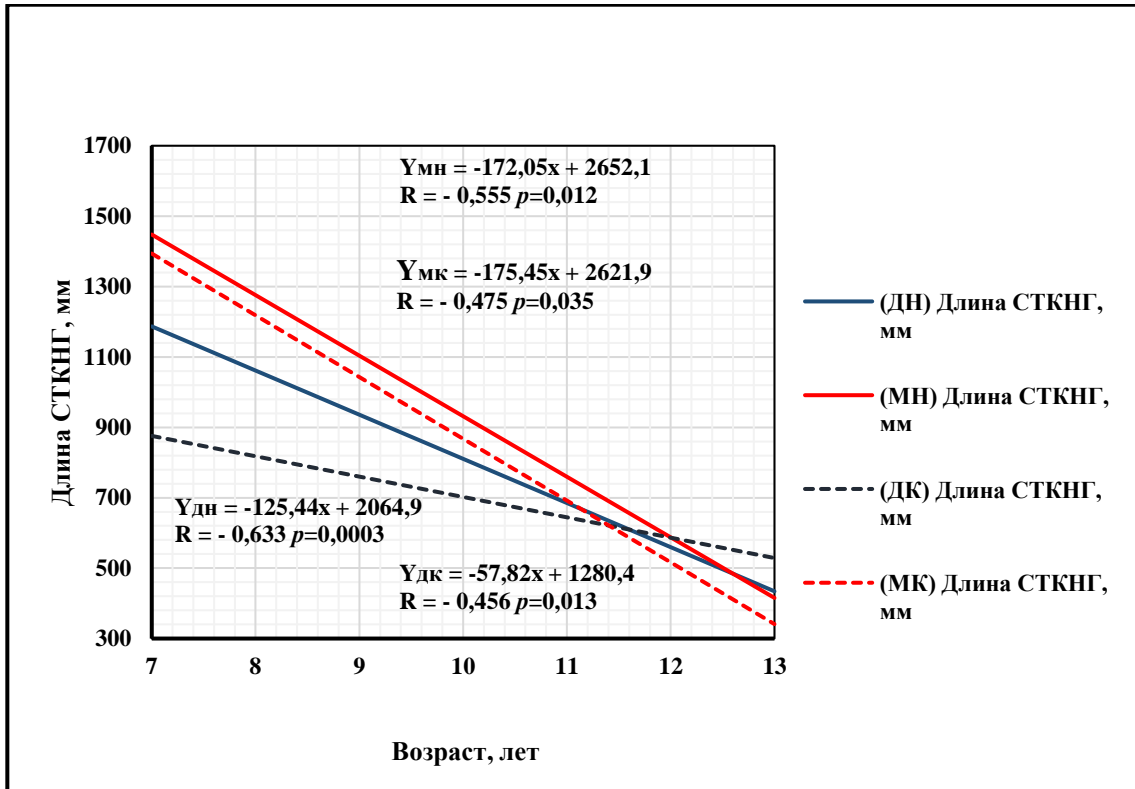


Рисунок 1 – Зависимость длины статокинезиограммы (СТКНГ) от возраста мальчиков (М) и девочек (Д) в начале (Н) и в конце (К) исследования

Рисунок 1 показывает, что как до начала исследования, так и после его окончания длина СТКНГ и возраст детей обоего пола связывает обратно пропорциональная зависимость, то есть, чем старше становится ребенок, тем лучше становятся его поструральные функции. При этом до начала исследования средняя длина СТКНГ у мальчиков ($Y_{мн}$) была больше, чем у девочек ($Y_{дн}$) в большей части возрастной группы. Однако совместное решение уравнений $Y_{мн} = -172,05x + 2652,1$ и $Y_{дн} = -125,44x + 2064,9$, где $Y_{мн}$ – средняя длина СТКНГ мальчиков в начале исследования, мм; $Y_{дн}$ – средняя длина СТКНГ девочек в начале исследования, мм; X – возраст, лет; говорит о том, что в возрасте 12,6 лет, когда аппроксимирующие прямые пересекаются, тенденция изменяется на противоположную, и средняя длина СТКНГ мальчиков становится меньше, чем у девочек, то есть, поструральный контроль у мальчиков становится лучше, чем у девочек.

После проведения корректирующих мероприятий поструральный контроль несколько улучшился у мальчиков и существенно улучшился у девочек, причем у мальчиков степень уменьшения длины линии колебания центра давления с возрастом осталась примерно на том же уровне (коэффициенты при переменной -172,05 в нача-

ле исследования и - 175,45 после его окончания), а у девочек зависимость длины СТКНГ от возраста стала менее заметной (величина соответствующих коэффициентов – 125,44 и – 57,82). Совместное решение уравнений $Y_{МК} = -2,869x + 43,24$ и $Y_{ДК} = -57,82x + 1280,4$, где $Y_{МК}$ – средняя длина СТКНГ мальчиков в конце исследования, мм; $Y_{ДК}$ – средняя длина СТКНГ девочек в конце исследования, мм; позволяет говорить, что после достижения мальчиками возраста 11,4 года их постуральные функции становятся более совершенными, чем у девочек такого же возраста.

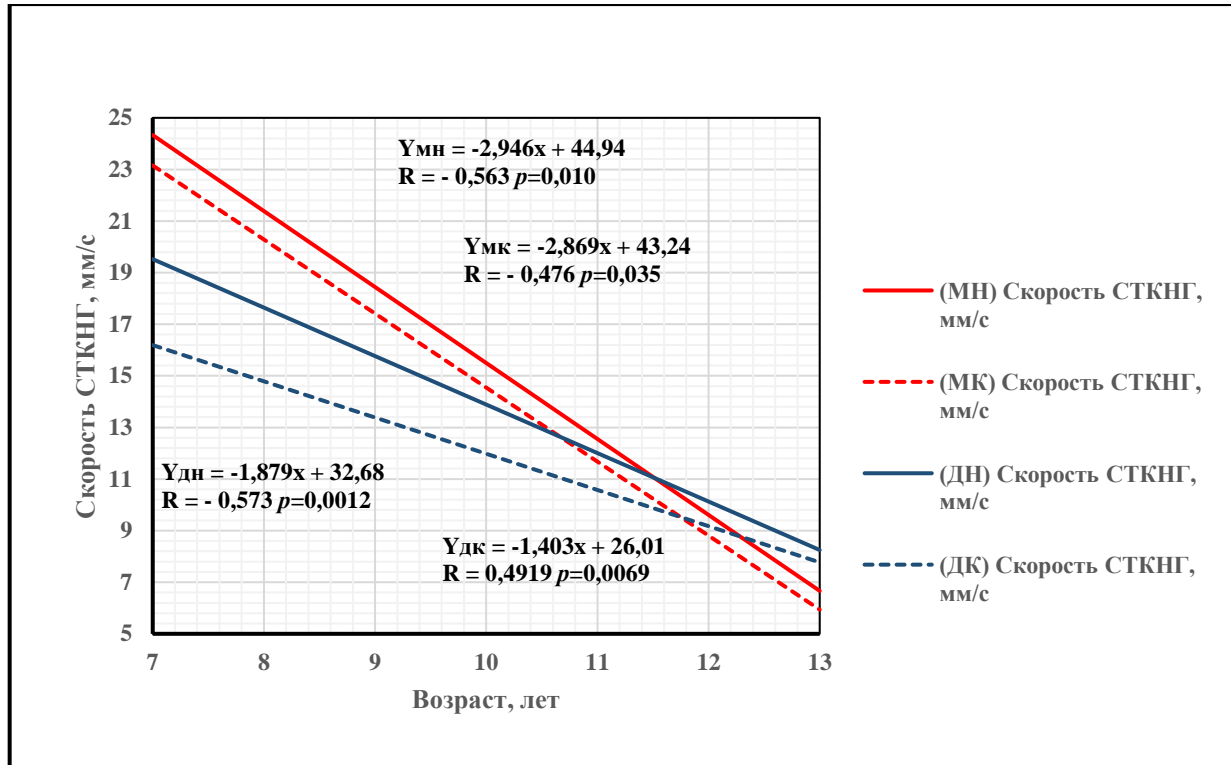


Рисунок 2 – Зависимость скорости СТКНГ от возраста мальчиков (М) и девочек (Д) в начале (Н) и в конце (К) исследования

Аналогичная картина наблюдается при рассмотрении рисунка 2, демонстрирующего корреляционную зависимость между возрастом и скоростью перемещения центра давления мальчиков/девочек до начала исследования и после осуществления корректирующих мероприятий. При этом в начале исследования прямые $Y_{МН}$ и $Y_{ДН}$ пересекаются при $X = 11,5$ лет, а прямые $Y_{МК}$ и $Y_{ДК}$ при $X = 11,74$ лет.

Связь между затратами энергии, требуемыми ребенку для удержания вертикальной позы, и возрастом аппроксимируется степенными уравнениями (рисунок 3), который, в принципе, отражает такие же тенденции, что и рисунки 1 и 2.

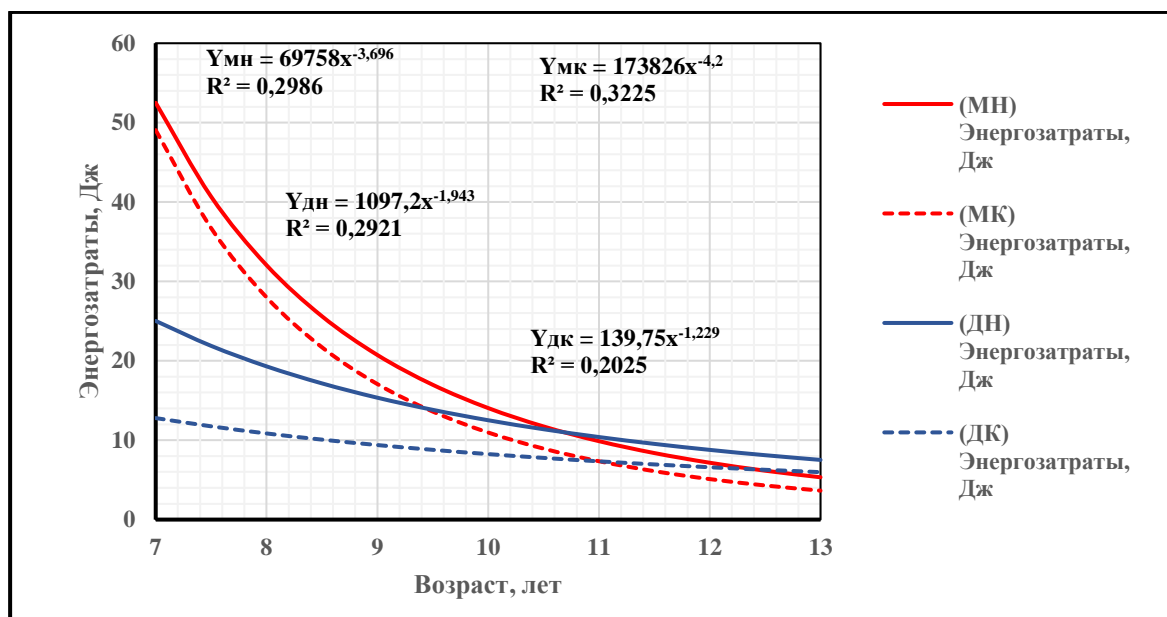


Рисунок 3 – Зависимость затрат на удержание позы от возраста мальчиков (М) и девочек (Д) в начале (Н) и в конце (К) исследования

Для того, чтобы найти точку пересечения кривых энергетических затрат на удержание позы в начале исследования, приравняем и совместно решим уравнения $Y_{MN} = 69758x^{-3,696}$ и $Y_{DN} = 1097,2x^{-1,943}$ относительно X .

$$69758 \cdot X^{-3,696} = 1097,2 \cdot X^{-1,943} \quad (1),$$

$$\frac{69758}{1097,2} = \frac{X^{-1,943}}{X^{-3,696}} \quad (2),$$

$$63,578 = X^{1,753} \quad (3),$$

$$1,753 \cdot \ln X = \ln 63,578 \quad (4)$$

$$\ln X = 2,369, \quad (5)$$

$$X = e^{2,369} = 10,68 \text{ лет} \quad (6)$$

Таким образом, в начале исследования пересечение кривых затрат энергии на удержание позы мальчиками и девочками приходится на возраст 10,68 лет. Рассчитанное аналогичным образом значение абсциссы точки пересечения конечных кривых $Y_{MK} = 173826x^{-4,2}$ и $Y_{DK} = 139,75x^{-1,229}$ равно 11,00 лет.

Необходимо отметить высокую сходимость результатов расчета возраста, после достижения которого постуральный контроль мальчиков становится лучше постурального контроля девочек, которые говорят о том, что среднее значение возраста $X = 11,49$ лет при величине среднеквадратического отклонения $\sigma_p = 0,605$ лет и коэффициенте вариации $W = 5,27\%$.

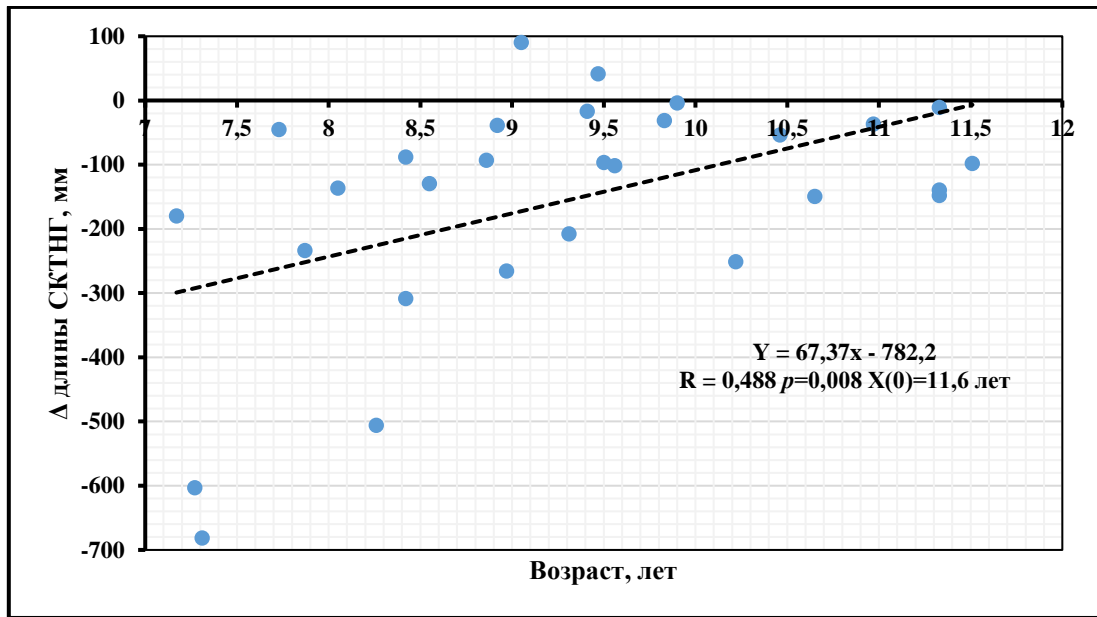


Рисунок 4 – Зависимость изменения длины СКТНГ от возраста девочек в результате применения корректирующих мероприятий

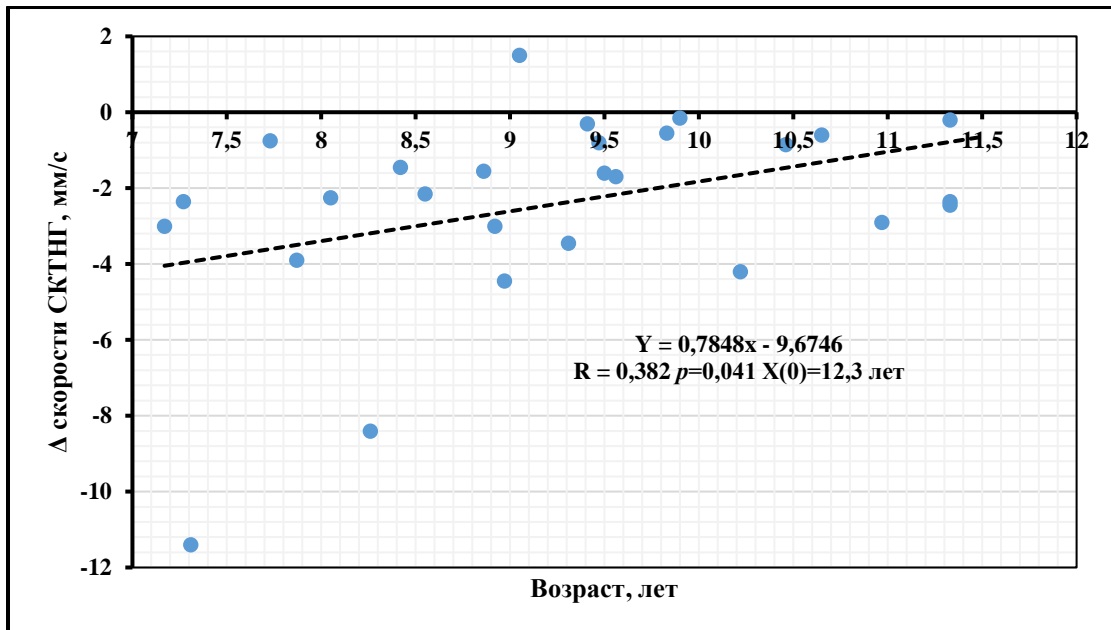


Рисунок 5 – Зависимость изменения скорости СКТНГ от возраста девочек в результате применения корректирующих мероприятий

Совместное изучение информации, приведенной на рисунках 4 – 6, позволяет сделать совершенно очевидные выводы о том, что эффект корректирующих мероприятий в наибольшей степени проявляется в начале периода младшего школьного возраста, и по мере взросления влияние корректирующих мероприятий становится все меньше и меньше, практически исчезая к 11,5 – 12 годам. Наши расчеты показывают, что этот процесс у девочек завершается, в среднем (с учетом данных, которые не приводятся в данной статье) в $11,8 \pm 0,35$ лет, $W = 2,92\%$).

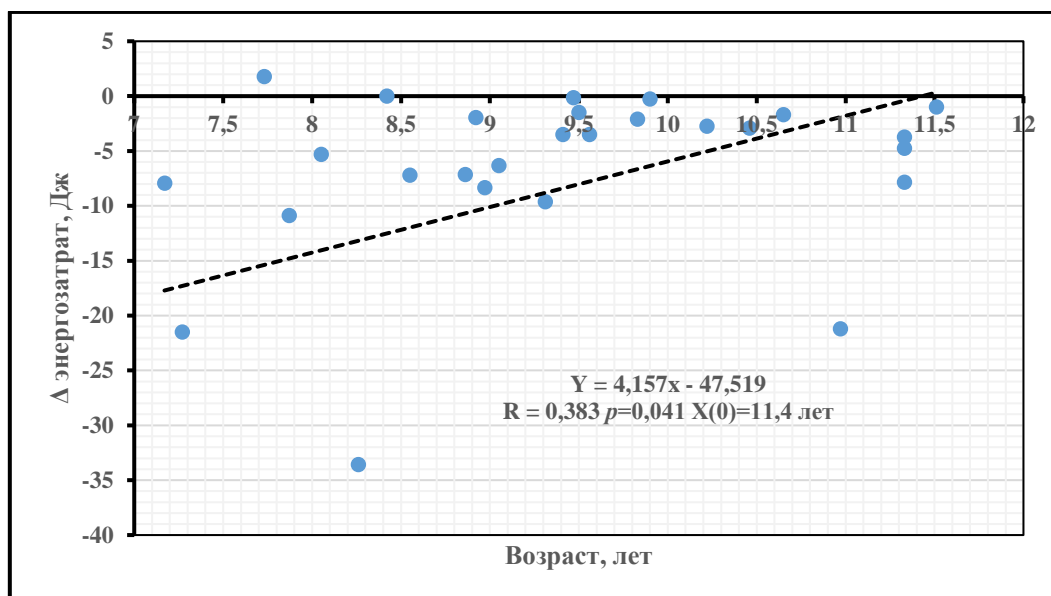


Рисунок 6 – Зависимость изменения энергетических затрат на удержание вертикальной позы от возраста девочек в результате применения корректирующих мероприятий

У мальчиков наблюдается аналогичная картина на уровне тенденций, поскольку корреляционные зависимости между изменением стабилметрических показателей и возрастом не имеют статистической значимости ($p = 0,20 - 0,25$), при этом возраст, при достижении которого улучшение постуральных функций при применении корректирующих мероприятий прекращается, равен $13,2 \pm 2,50$ лет, $W = 19,00$ %).

Обсуждение. Полученные нами результаты находят подтверждение в зарубежной клинической практике.

Nolan L. et al. измеряли колебания центра давления в переднезаднем и медиально-латеральном направлениях у 30 мальчиков и 30 девочек в возрасте от 9 до 16 лет и установили, что с открытыми глазами у мальчиков постуральный контроль вертикальной позы улучшался все время по мере взросления, вплоть до 16 лет, в то время как у девочек колебания центра давления уменьшались с 9 до 12-13 лет, а затем эти показатели оставались неизменными и не улучшались в возрасте от 12-13, до 16 лет. Степень раскачивания у мальчиков начального возрастного периода была несколько выше, чем у девочек, что свидетельствует об их отставании в развитии, но процесс совершенствования контроля позы у мальчиков продолжался в более старшем возрасте, когда у девочек уже наблюдалась стабилизация показателей устойчивости [8].

Аналогичные тенденции отмечены Ludwig O. et al. в выборке из 318 здоровых детей и подростков в возрасте от 6,7 до 17,6 лет, у которых измерялись колебания центра давления в сагиттальной плоскости. Результаты показали, что в возрасте 6 – 8 лет устойчивость девочек была немного, хотя и статистически не значимо ($p = 0,49$ при открытых и $p = 0,59$ при закрытых глазах) лучше, чем у мальчиков. Однако по мере взросления эта разница уменьшалась, и в возрастной группе 15 – 17 лет у девушек прекращалось снижение колебаний центра давления, а у юношей в этом возрасте отмечалось самое значительное улучшение постурального контроля позы, степень совершенства которого становилась выше, чем у девушек (суммарная длина колеба-

ний центра давления за 30 с при открытых глазах у юношей 1185 мм, у девушек 1230 мм, при закрытых глазах 1410 мм и 1570 мм соответственно), хотя различия стабиллометрических показателей также не имеют статистической значимости ($p = 0,61$ при открытых и $p = 0,22$ при закрытых глазах) [7].

Объяснение полученных результатов следует искать во возрастных особенностях развития и созревания нейробиологических структур детей и подростков разного пола. На показатели устойчивости детей большое влияние оказывает строение стопы, а именно – степень пронации и плоскостопия [12; 15; 18], которые в детском возрасте у мальчиков наблюдаются чаще, чем у девочек [3; 9].

За совершенство постурального контроля в головном мозге отвечают мозжечок и базальные ганглии, созревание которых у девочек происходит раньше, чем у мальчиков [13; 14]. Согласно данным Tiemeier H. et al., максимальный объем мозжечка достигается у девочек в 11,8 лет, а у мальчиков – в 15,6 лет [14]. У девочек также быстрее происходит формирование миелиновой оболочки вокруг аксонов нейронов, что обеспечивает скорость передачи нервных импульсов в мозжечке и базальных ганглиях [4].

В целом же, как показывают продольные исследования, серое вещество коры головного мозга у мужчин и женщин развивается с разной скоростью, достигая максимального объема примерно в 10,5 лет у женщин и в 14,5 лет у мужчин [5].

Заключение. Исследование показало, что динамика совершенствования постурального контроля у детей в младшем школьном возрасте с течением времени (по мере взросления ребенка) радикально меняется. Если в возрасте 7 лет постуральный контроль у девочек несколько лучше, чем у мальчиков, то к 11,5 годам картина меняется: устойчивость вертикальной позы с возрастом у мальчиков продолжает улучшаться, а у девочек положительная динамика прекращается, что свидетельствует о стабилизации у них постуральных функций.

Результаты позволяют говорить, что в исследованной нами конкретной группе девочек младшего школьного возраста корректирующие мероприятия, основанные на применении витамина D и координационной гимнастики, продемонстрировали максимальную эффективность в начале возрастного периода (7 – 9 лет), а к 11,5 – 12 годам у девочек сформировались устойчивые постуральные стереотипы, и меры коррекции устойчивости позы, эффективные в более раннем возрасте, прекратили давать заметный положительный эффект. На уровне тенденций аналогичные эффекты проявились в популяции мальчиков, но с некоторым запозданием, величину которого следует определить в результате дальнейших исследований.

Полученные данные могут быть полезны при подготовке протоколов мероприятий, направленных на совершенствование постуральной устойчивости детей младшего школьного возраста.

Список литературы

1. Кривошеев, В. В. Международный опыт медикаментозной коррекции уровня витамина D в зависимости от его исходного уровня в сыворотке крови и возраста пациента (обзор и математический анализ) / В. В. Кривошеев, И. В. Козловский, Л. Ю. Никитина, А. В. Федоров // Санитарный врач. – 2023. – №8(235). – С. 521–534. <https://doi.org/10.33920/med-08-2309-04>

2. Соболев, С. В. Отличительные особенности вертикальной устойчивости мальчиков и девочек 7-9 лет / С. В. Соболев // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2012. – № 2. – С. 47–48
3. Carvalho, B. K. G. The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10- to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: a cross-sectional study / B. K. G. Carvalho, P. J. Penha, N. L. J. Penha, R. M. Andrade, et al. // J Foot Ankle Res. 2017. – Vol. 10, N 1. <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0183-0>
4. Genc, S. Novel insights into axon diameter and myelin content in late childhood and adolescence / E. P. Raven, M. Drakesmith, S. J. Blakemore, et al. // Cerebral Cortex. – 2023. – Vol. 33, N 10. – P. 6435–6448. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac515>
5. Giedd, J. N. Review: magnetic resonance imaging of male/female differences in human adolescent brain anatomy / J. N. Giedd, A. Raznahan, K. L. Mills, R. K. Lenroot // Biology of Sex Differences. – 2012. – Vol. 3, N. 1. – P. 19. <https://doi.org/10.1186/2042-6410-3-19>
6. Khanna, N. K. Balance error scoring system performance in children and adolescents with no history of concussion / N. K. Khanna, K. Baumgartner, C. R. LaBella // Sports Health. – 2015. – Vol. 7, N 4. – P. 341–5. <https://doi.org/10.1177/1941738115571508>
7. Ludwig, O. Neuromuscular performance of balance and posture control in childhood and adolescence / O. Ludwig, J. Kelm, A. Hammes, E. Schmitt, et al. // Heliyon. – 2020 Jul 31. – Vol. 6, N 7 :e04541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04541>
8. Nolan, L. Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds / L. Nolan, A. Grigorenko, A. Thorstensson // Dev Med Child Neurol. – 2005 Jul. – Vol. 47, N 7.– P. 449-54. <https://doi.org/10.1017/s0012162205000873>
9. Pauk, J. Epidemiologic factors affecting plantar arch development in children with flat feet / J. Pauk, V. Ezerskiy, J. V., V. Rogalski // Journal of American Podiatric Medical Association. – 2012. – Vol. 102, N 2. – P. 114–21. <https://doi.org/10.7547/1020114>
10. Poli, L. Gender Differences in Adolescent Postural Control: A Cross-Sectional Pilot Study in a Southern Italian Cohort / L. Poli, A. Petrelli, L. Russo, I. Pepe, et al. // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, N 20:11140. <https://doi.org/10.3390/app152011140>
11. Redlicka, J. The Relationship between Cognitive Dysfunction and Postural Stability in Multiple Sclerosis / J. Redlicka, E. Zielińska-Nowak, A. Lipert, E. Miller // Medicina (Kaunas). – 2021 Dec 21. – Vol. 58, N 1:6. <https://doi.org/10.3390/medicina58010006>
12. Seyedahmadi, M. Effect of medial longitudinal arch height of the foot on static and dynamic balance in 7-10-year-old boy gymnasts / M. Seyedahmadi, K. Khalaghi, S. Hazrati, F. Keavanloo // Arch Bone Jt Surg. – 2024. – Vol. 12, N 12. – P. 846–853. <https://doi.org/10.22038/ABJS.2024.79775.3645>
13. Tang, X. Response control correlates of anomalous basal ganglia morphology in boys, but not girls, with attention-deficit/hyperactivity disorder / X. Tang, K. E. Seymour, D. Crocetti, M. I. Miller, et al. // Behavioural Brain Research. – 2019. – Vol. 367. – P. 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2019.03.036>
14. Tiemeier, H. Cerebellum development during childhood and adolescence: a longitudinal morphometric MRI study / H. Tiemeier, R. K. Lenroot, D. K. Greenstein, L. Tran, et al. // Neuroimage. – 2010. – Vol. 49. – P. 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.016>

15. Vlad, S. Postural deficiencies prevalence and correlation with foot conditions, body composition, and coordination, in Romanian preadolescents children: descriptive observational study / S. Vlad, D. I. Ciobanu, J. Fulop, N. Matei, et al. // *Frontiers in Pediatrics*. – 2025. – Vol. 13: 1621792. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1621792>

16. Vojinovic, J. Vitamin D – update for the pediatric rheumatologists / J. Vojinovic, R. Cimaz // *Pediatr Rheumatol Online J*. – 2015. – Vol. 13, N 18. <https://doi.org/10.1186/s12969-015-0017-9>

17. Wu, H. Characteristics of balance performance in the Chinese elderly by age and gender / H. Wu, Y. Wei, X. Miao, X. Li, et al. // *BMC Geriatr*. – 2021 Oct 25. – Vol. 21, N 1. – P. 596. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02560-9>

18. Yam, T.T.T. Foot posture index and body composition measures in children with and without developmental coordination disorder / T. T. T. Yam, S. S. M. Fong, W. W. N. Tsang // *PLoS One*. – 2022. – Vol. 17, N 3: e0265280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265280>

References

1. Krivosheev V.V., Kozlovskiy I.V., Nikitina L.Yu., Fedorov A.V. International experience of medicinal correction of vitamin D levels depending on its baseline level in blood serum and patient age (review and mathematical analysis). *Sanitary Doctor*. 2023;8(235): 521-534 (In Russ.). <https://doi.org/10.33920/med-08-2309-04>

2. Sobolev S.V. Distinctive features of vertical stability in boys and girls aged 7-9. *Bulletin of the Northern State Medical University*. 2012;(2): 47-48 (In Russ.)

3. Carvalho B.K.G., Penha P.J., Penha N.L.J., Andrade R.M., et al. The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10- to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: a cross-sectional study. *J Foot Ankle Res*. 2017;(10)1. <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0183-0>

4. Genc S., Raven E.P., Drakesmith M., Blakemore S.J., et al. Novel insights into axon diameter and myelin content in late childhood and adolescence. *Cerebral Cortex*. 2023;(33)10: 6435-6448. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac515>

5. Giedd J.N., Raznahan A., Mills K.L., Lenroot R.K. Review: magnetic resonance imaging of male/female differences in human adolescent brain anatomy. *Biology of Sex Differences*. 2012;(3):1: 19. <https://doi.org/10.1186/2042-6410-3-19>

6. Khanna N.K., Baumgartner K., LaBella C.R. Balance Error Scoring System Performance in Children and Adolescents With No History of Concussion. *Sports Health*. 2015;7(4): 341–5. <https://doi.org/10.1177/1941738115571508>

7. Ludwig O., Kelm J., Hammes A., Schmitt E., et al. Neuromuscular performance of balance and posture control in childhood and adolescence. *Heliyon*. 2020 Jul 31;6(7): e04541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04541>

8. Nolan L., Grigorenko A., Thorstensson A. Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds. *Dev Med Child Neurol*. 2005 Jul;47(7): 449-54. <https://doi.org/10.1017/s0012162205000873>

9. Pauk J., Ezerskiy V., Raso J.V., Rogalski M. Epidemiologic factors affecting plantar arch development in children with flat feet. *Journal of American Podiatric Medical Association*. 2012;102(2): 114–21. <https://doi.org/10.7547/1020114>

10. Poli L., Petrelli A., Russo L., Pepe I., et al. Gender Differences in Adolescent Postural Control: A Cross-Sectional Pilot Study in a Southern Italian Cohort. *Applied Sciences*. 2025;15(20): 11140. <https://doi.org/10.3390/app152011140>
11. Redlicka J., Zielińska-Nowak E., Lipert A., Miller E. The Relationship between Cognitive Dysfunction and Postural Stability in Multiple Sclerosis. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Dec 21;58(1): 6. <https://doi.org/10.3390/medicina58010006>
12. Seyedahmadi M., Khalaghi K., Hazrati S., Keavanloo F. Effect of medial longitudinal arch height of the foot on static and dynamic balance in 7-10-year-old boy gymnasts. *Arch Bone Jt Surg*. 2024;12(12): 846-853. <https://doi.org/10.22038/ABJS.2024.79775.3645>
13. Tang X., Seymour K.E., Crocetti D., Miller M.I., et al. Response control correlates of anomalous basal ganglia morphology in boys, but not girls, with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Behavioural Brain Research*. 2019;(367): 117-127. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2019.03.036>
14. Tiemeier H., Lenroot R.K., Greenstein D.K., Tran L., et al. Cerebellum development during childhood and adolescence: a longitudinal morphometric MRI study. *Neuroimage*. 2010;(49): 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.016>
15. Vlad S., Ciobanu D.I., Fulop J., Matei N., et al. Postural deficiencies prevalence and correlation with foot conditions, body composition, and coordination, in Romanian preadolescents children: descriptive observational study. *Frontiers in Pediatrics*. 2025;(13): 1621792. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1621792>
16. Vojinovic J., Cimaz R. Vitamin D—update for the pediatric rheumatologists. *Pediatr Rheumatol Online J*. 2015;13(18). <https://doi.org/10.1186/s12969-015-0017-9>
17. Wu H., Wei Y., Miao X., Li X., et al. Characteristics of balance performance in the Chinese elderly by age and gender. *BMC Geriatr*. 2021 Oct 25;21(1): 596. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02560-9>
18. Yam T.T.T., Fong S.S.M., Tsang W.W.N. Foot posture index and body composition measures in children with and without developmental coordination disorder. *PLoS One*. 2022;17(3): e0265280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265280>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Козловский Илья Вячеславович – врач высшей квалификации, Окружная клиническая больница, Россия, 628007, Ханты-Мансийск, ул. Патриса Лумумбы, 82. Эл. почта: ilya1537@yandex.ru

Кривошеев Владимир Васильевич – доктор технических наук, профессор, ведущий аналитик, Технопарк высоких технологий. Россия, 628010, Ханты-Мансийск, ул. Промышленная, 19. Эл. почта: vvk_usu@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ilya V. Kozlovskiy – Doctor of the highest qualification, District Clinical Hospital, Russia, 628007, Khanty-Mansiysk, Patrice Lumumba St., 82. Email: ilya1537@yandex.ru

Vladimir V. Krivosheev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Analyst, High Technology Technopark. Russia, 628010, Khanty-Mansiysk, Promyshlennaya St., 19. Email: vvk_usu@mail.ru