

УДК 613.955: 611.711: 611.718

ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И СОСТОЯНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ, НЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

Воробьева Ольга Викторовна

младший научный сотрудник отделения функциональной диагностики, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. Нижний Новгород. Россия.

ORCID: 0000-0001-7225-8842

E-mail: olgyshka1@yandex.ru

Рукина Наталья Николаевна

кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения функциональной диагностики, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. Нижний Новгород. Россия.

ORCID: 0000-0002-0719-3402

E-mail: rukinann@mail.ru

Белова Анна Наумовна

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой медицинской реабилитации, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. Нижний Новгород. Россия.

ORCID: 0000-0001-9719-6772

E-mail: anbelova@mail.ru

Галова Елена Анатольевна

кандидат медицинских наук, заместитель директора Университетской клиники по научной работе, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. Нижний Новгород. Россия

ORCID: 0000-0002-9574-2933

E-mail: galova75@mail.ru

Кузнецов Алексей Николаевич

научный сотрудник отделения функциональной диагностики, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. Нижний Новгород. Россия, ORCID: 0000-0003-1889-1297

E-mail: metall.su@mail.ru

MOTOR ACTIVITY AND THE STATE OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM OF MODERN SCHOOLCHILDREN WHO DO NOT ENGAGE IN SPORTS

Vorobyova Olga Viktorovna

Junior Researcher at the Department of Functional Diagnostics, Volga Region Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. Nizhniy Novgorod. Russia.

ORCID: 0000-0001-7225-8842

E-mail: olgyshka1@yandex.ru

Rukina Natalia Nikolaevna

Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at the Department of Functional Diagnostics. Volga Region Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Nizhniy Novgorod. Russia.

ORCID: 0000-0002-0719-3402

E-mail: rukinann@mail.ru

Belova Anna Naumovna

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation. Volga Region Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Nizhniy Novgorod. Russia.

ORCID: 0000-0001-9719-6772

E-mail: anbelova@mail.ru

Galova Elena Anatolyevna

Candidate of Medical Sciences, Deputy Director of the University Clinic for Scientific Work. Volga Region Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Nizhniy Novgorod. Russia.

ORCID: 0000-0002-9574-2933

E-mail: galova75@mail.ru

Kuznetsov Alexey Nikolaevich

Researcher at the Department of Functional Diagnostics. Volga Region Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Nizhniy Novgorod. Russia.

ORCID: 0000-0003-1889-1297

E-mail: metall.su@mail.ru

Следует цитировать / Citation:

Воробьева О.В., Рукина Н.Н., Белова А.Н., Галова Е.А., Кузнецов А.Н. Двигательная активность и состояние опорно-двигательного аппарата современных школьников, не занимающихся спортом //Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2025. 3 (39). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>. DOI: [https://doi.org/10.14258/zosh\(2025\)3.14](https://doi.org/10.14258/zosh(2025)3.14)

Vorobyova O.V., Rukina N.N., Belova A.N., Galova E.A., Kuznetsov A.N. (2025). Motor activity and the state of the musculoskeletal system of modern schoolchildren who do not engage in sports. Health, physicalculture and sports, 3 (39). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>. DOI: [https://doi.org/10.14258/zosh\(2025\)3.14](https://doi.org/10.14258/zosh(2025)3.14)

Поступило в редакцию / Submitted 10.09.2025

Принято к публикации / Accepted 11.09.2025

Аннотация. Цель исследования - биомеханическая оценка состояния позвоночника и стоп во взаимосвязи с двигательной активностью детей различных возрастных групп общеобразовательных учреждений Нижнего Новгорода и не занимающихся спортом. В статье представлены результаты биомеханического обследования (363 детей) и шагометрии (367 детей) по возрасту и полу. В группе (114 детей) был проведен корреляционный анализ

среднесуточного числа шагов школьников и степени деформации позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях. У детей младшего школьного возраста выявлена статистически достоверная корреляционная связь между уровнем двигательной активности и наличием сколиотической деформации позвоночника.

Ключевые слова: двигательная активность, биомеханика, сколиоз, плоскостопие

Abstract. The aim of the study is a biomechanical assessment of the spine and feet in relation to the motor activity of children of various age groups of educational institutions in Nizhny Novgorod and those who do not engage in sports. The article presents the results of biomechanical examination (363 children) and pedometry (367 children) by age and gender. A correlation analysis of the average daily number of steps of schoolchildren and the degree of spinal deformity in the frontal and sagittal planes was carried out in a group of 114 children. A statistically significant correlation was found between the level of motor activity and the presence of scoliotic spinal deformity in children of primary school age.

Keywords: motor activity, biomechanics, scoliosis, flat feet.

Введение. Адекватный уровень двигательной активности для растущего организма детей и подростков – это важнейший компонент первичной профилактики различных нарушений здоровья (Кучма, 2016; Кучмас соавт., 2017; Мансурова, Мальцев, Рябчиков, 2019; Кучма, Рапопорт, Соколова, 2021; Валина с соавт., 2021; Mischenko, 2021; Долич, Скворцова, Комлева, 2022). Основными причинами снижения двигательной активности является цифровизация, интенсификация учебного процесса при негативном отношении к занятиям по физической культуре и двигательно-активным формам досуга (Кучма, 2016; Кучма с соавт., 2017; Рогова, Калишев, Найденова, 2019; Антонова с соавт., 2020; Богомолова с соавт., 2023).

Снижение физической активности у лиц детского и юношеского возраста приводит к росту патологии опорно-двигательного аппарата. Согласно данным российских исследователей, за период 2010-2019 годов распространённость сколиоза увеличилась в 5,3 раза, нарушения осанки – в 2,7 раза (Долич, Скворцова, Комлева, 2022; Марченко, Журавлев, Айдинов, 2022). Результаты скринингового ортопедического обследования выявили также широкую распространённость у детей такой формы патологии опорно-двигательного аппарата, как плоскостопие (Антонова с соавт., 2020).

В отдельных исследованиях выявлена положительная корреляционная связь между достаточной физической активностью и здоровьем детей и подростков (Sanderson, 2021; Балаева, 2021). Было показано, что школьники, имевшие возможность реализовать свою физиологическую потребность в движении, были развиты более гармонично, обладали лучшей функциональной активностью организма и когнитивными способностями в отличие от малоподвижных сверстников (Chang et al., 2015; Lubans et al., 2016; Schmidt M., Benzing V., Kamber M., 2016; De Greef et al., 2017; Berg et al., 2018; Bocharin, 2024).

Увеличение объема и интенсивности движений у детей со сколиозом I и II степени, согласно некоторым исследованиям, позволяли скорректировать осанку, улучшить психологическое состояние детей, переживавших из-за искривления позвоночника фигуры (Рогова, Калишев, Найденова, 2019; Богомолова с соавт., 2023).

Тем не менее, вопрос о связи уровня физической активности и состояния опорно-двигательного аппарата у детей школьного возраста изучен недостаточно. Нами была выдвинута гипотеза о зависимости развития деформаций позвоночника и стоп школьников от их двигательной активности.

Целью исследования является биомеханическая оценка состояния позвоночника и стоп во взаимосвязи с двигательной активностью у детей различных возрастных групп общеобразовательных учреждений.

Материалы и методы. На базе Университетской клиники ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (г. Н. Новгород) были обследованы 730 школьников из четырех школ Нижнего Новгорода, не занимающиеся спортом, отобранных методом сплошной выборки, в возрасте от 7 до 18 лет ($Me \pm \sigma = 12,44 \pm 3,75$). Исследование проводилось в период с 2023 по 2024 год. Все дети были разделены на две группы, сопоставимые по возрасту, 367 и 363 человек в каждой. Детям I группы проводились шагометрия, II группы - биомеханические обследования. У 114 детей были проведены как шагометрия, так и биомеханические обследования.

Шагометрия проводилась с использованием электронного шагомера «Omron Walking Style 2.1». Устройство имеет встроенный 3D-сенсор, регистрирует количество шагов и сохраняет в памяти результаты измерений за последние 7 дней.

Шагомер размещался на поясе одежды школьника утром после его пробуждения и снимался вечером перед сном (под контролем родителей). Измерения локомоций каждого школьника проводились в течение 7 дней. Далее шагомер передавался исследователю, который извлекал из памяти устройства полученные данные для вычисления среднего суточного показателя количества шагов за 7 дней. Далее проводилось сравнение данных нашего исследования с нормативами суточной двигательной активности детей, рассчитанными в популяции учащихся школ, гимназий, лицеев в 1976 году и выраженных в среднесуточном числе шагов (Сухарев, 1976). Данные исследований Philip W Scruggs (2003) так же подтверждают, что количество шагов в минуту, измеряемых с помощью шагомера, являлось точным показателем оценки степени физической активности детей школьного возраста (Philip W Scruggs et al., 2003).

Биомеханическое исследование включало оценку состояния опорно-двигательного аппарата при стоянии и ходьбе и плантографию стоп. Исследование позвоночника и стоп проводилось на системе *DIERS Formetric 4D motion Lab High Performance*. Данное устройство включает в себя несколько блоков: DIERS 4D motion - для измерения угловых искривлений позвоночника (сколиоза, кифоза и лордоза) во фронтальной и сагиттальной плоскостях; DIERS pedogait — перемещающаяся дорожка с датчиками давления для качественной диагностики плоскостопия во время ходьбы.

Во время *статической* диагностики обследуемый стоял, стараясь распределять вес равномерно на обе ноги на стабилометрической дорожке DIERS, расстояние между стопами составляло 10-15 см. В этом положении проводились оценка формы позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях с боковых и задней камер. Оценивали: углы сколиоза, кифоза и лордоза. После статического исследования обследуемый отдыхал в положении сидя в течении 5 минут.

Критерии оценки деформации позвоночника соответствовали общепринятым подходам (Cobb, 1948; Ежов с соавт., 2005; Дулаев, 2019): сколиоз 1, 2, 3, 4 степеней при углах сколиоза соответствуют 1° - 10°, 11° - 25°, 26° - 40°, более 40°; кифоз 1, 2, 3, 4 степеней при углах кифоза соответствует 20 - 34°, 35-50°, 51-65°, более 65°; лордоз: менее 20° - гиполордоз, 20-30° - уплощение, физиологическая норма 30-40°, более 40° - гиперлордоз.

Для *динамического* обследования опорно-двигательного аппарата испытуемый должен был пройти по дорожке DIERS. Предварительно для адаптации к перемещению по движущейся поверхности пациент шел по дорожке 2-3 минуты. Скорость движения дорожки составляла 2,5 км/ч для девочек/девушек и 3 км/ч для мальчиков/юношей (эти

значения скорости ходьбы были предварительно определены нами как наиболее комфортные). Оценивались качественные параметры распределения нагрузок под стопами при перемещении по движущейся поверхности.

Плантография стоп проводилась с использованием *фотоплантовизора*. Устройство представляет из себя компактную, трансформируемую конструкцию из нержавеющей стали, включающую зеркальный «ПлантоПодоСкоп», регулируемое место для крепления цифровой фотокамеры и подсветку опорного стекла. Для обеспечения реализации программных алгоритмических расчётов в плоскость опорного стекла врезаны девять чёрных оригинальных сферических «маячков» (программных масштабных ориентиров). В основе работы комплекса лежит технология компьютерной фотометрической плантоподографии. Этот метод позволяет изучать характеристики линейных и угловых параметров обеих стоп с максимальной точностью, дает возможность определить наличие поперечного или продольного плоскостопия и степень его выраженности, является безвредным для пациента. При проведении плантоскопии, пациент вставал босиком на верхнюю стеклянную крышку устройства, на которую наведена цифровая фотокамера, производилась съемка подошвенной поверхности стоп через зеркало, расположенное снизу стеклянной крышки (рисунок 1).



Рис. 1 - Исследование стоп на фотоплантовизоре.

Полученные изображения передавались на компьютер, на котором установлена специальная программа, обрабатывающая эти снимки.

Критерием оценки продольной деформации стоп является коэффициент продольного уплощения (0,5-1,0 - норма; 1,21-1,3 - первая степень; 1,31-1,5 - вторая степень; 1,51 и более - третья степень). Критерием оценки поперечной деформации стоп является коэффициент распластанности переднего отдела стопы (0,25-0,35 норма; 0,36-0,4 - первая степень; 0,41-0,45 - вторая степень; 0,46 и более - третья степень (Годунов, 1968).

Для анализа были использованы следующие показатели: коэффициент распластанности переднего отдела стопы, коэффициент продольного уплощения.

Обработка результатов, полученных при обследовании детей I и II групп, проводилось отдельно в трех возрастных подгруппах: а) 7-10 лет, б) 11-14 лет и в) 15-18 лет. Статистическую обработку данных проводили с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0 и IBM SPSS 24. Проверка нормальности распределения данных выполнена с помощью критерия Шапиро-Уилка. Описательная статистика признака включала среднюю (М) величину, ее стандартное отклонение (С), медиану (Me). Статистическую значимость различий оценивали по данным непараметрических статистик Mann-Whitney Utest, Wald-Wolfowitz runs test, критерия χ^2 Пирсона. Для выявления взаимосвязей между переменными использовали корреляционный анализ с применением коэффициента Спирмена. Критическим уровнем статистической значимости принимали $p \leq 0,050$ (с поправкой на

множественные сравнения в случае сравнения более 2-х групп). Обработка данных проводилась средствами языка Python с использованием интерактивной среды разработки Jupyter Notebook.

Результаты. Среднесуточное число шагов детей группы I в зависимости от пола и возраста, в сопоставлении с нормативами (Сухарев, 1976), представлено в таблице 1.

Таблица 1

Показатели среднесуточного числа шагов в группе II (N=367)

Показатель	1 группа 7-10 лет		2 группа 11-14 лет		3 группа 15-18 лет	
	Мальчики n=29	Девочки n=31	Мальчики n=28	Девочки n=28	Мальчики n=86	Девочки n=161
Возраст, г	8,3±0,74*	8,2±0,59*	12,3±0,91*	11,9±0,7*	16,5±0,5*	16,4±0,7*
Число шагов в сутки	8 906,5± 5 428,9*	5 946,9± 3 265,4*;**	7 895,1± 4 663,9*	7 020,7± 4 505,1*	7 685,2± 3 604,6*	6 920,4± 8 128,7*
Норматив 1976 г	15000- 20000	15000- 20000	20000- 25000	20000- 25000	25000- 30000	20000- 25000

* - p=0,001 относительно норматива

** - p=0,013 относительно мальчиков внутри группы

Анализ таблицы 1 показывает, что число шагов в сутки, отражающее двигательную активность школьников, вне зависимости от пола, уступает нормативам 1976 года в группе детей 7-10 лет более чем в два раза и в группах школьников 11-14 и 15-18 лет более чем в 3 раза.

По данным биомеханического обследования детей группы II, нарушение осанки, сколиотическая деформация позвоночника 1-3 степени были выявлены у большинства школьников (89,1%), кифотическая осанка - у 77,1%, усиление или сглаживание лордоза - у 73% учащихся, плоскостопие почти у каждого третьего (28,9%) обследованного ребенка. Случаев плоскостопия 3 степени в обследуемой группе школьников выявлено не было. Данные результатов обследования представлены на рисунках 2-4 и в таблице 2.

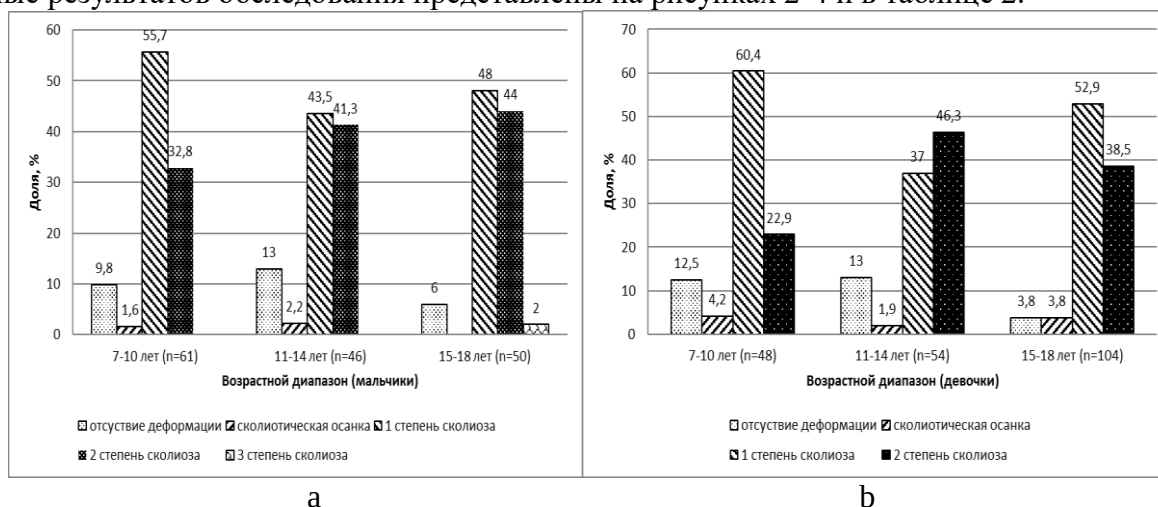


Рис. 2. Частота (в %) сколиотической деформации позвоночника у мальчиков и девочек разных возрастных групп.

У мальчиков частота выявления сколиотической осанки была очень низкой и варьировала от 2,2% (в 11-14 лет) до 0% (в 15-18 лет). В то же время сколиоз 1 степени выявлялся часто, от 55,7% (в 7-10 лет) до 43,5% (в 11-14 лет). Сколиоз 2 степени также часто выявлялся у детей всех возрастных категорий, однако преобладал у мальчиков в возрасте 11-14 лет (41,5%) и 15-18 лет (44%). Третья степень сколиоза наблюдалась в одном случае (2%) у мальчика 17 лет (рис. 2 а).

У девочек частота выявления сколиотической осанки, как и у мальчиков, была низкой и варьировала от 1,9% (в 11-14 лет) до 4,2% (в 7-10 лет). Сколиоз 1 и 2 степеней выявлялся часто и во всех возрастных диапазонах, при этом частота сколиоза 1 степени была максимальной у девочек в возрасте 7-10 лет (60,4%), а сколиоз 2 степени преобладал в возрасте 11-14 лет (46,3%) и 15-18 лет (38,5%). Случаев сколиоза 3 степени выявлено не было (рис. 2 б).

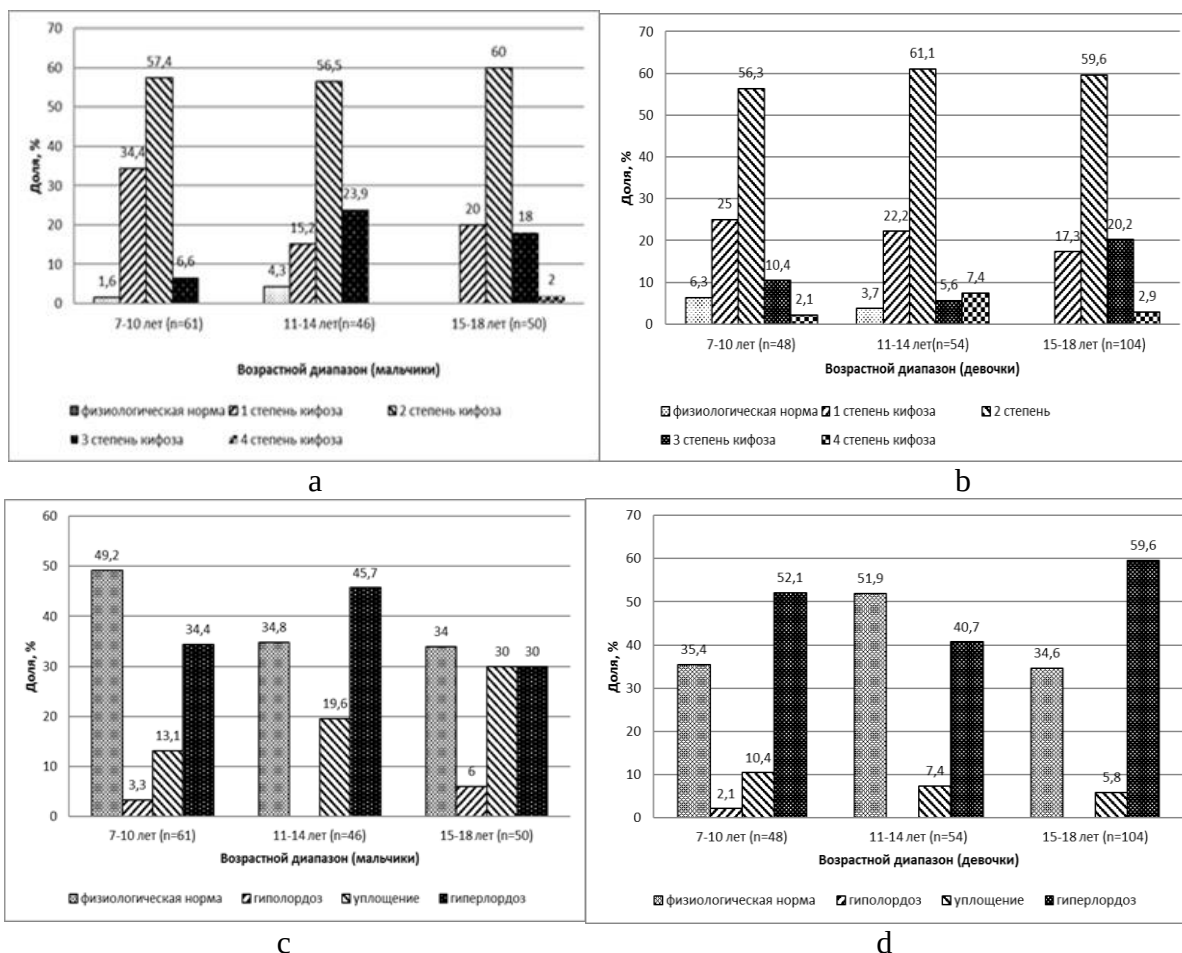


Рис. 3. Частота (в %) кифоза и лордоза у мальчиков и девочек разных возрастных групп.

У мальчиков частота выявления физиологической нормы кифоза была незначительной и варьировала от 1,6% (в возрасте 7-10 лет) до 4,3% (в возрасте 11-14 лет). При этом кифоз 1 степени выявлялся от 15,2% до 34,4% случаев, преимущественно в возрасте 7-10 лет. Частота выявления кифоза 2 степени не зависела от возраста и колебалась от 56,5% до 60%. Кифоз 3 степени был выявлен во всех возрастных группах, но преобладал в возрасте 11-14 лет (23,9% случаев) (рис.3 а).

У девочек физиологическая норма кифоза выявлялась редко, от 6,3% в возрастной категории 7-10 лет до 3,7% у девочек 11-14 лет. Кифоз 1 степени выявлялся от 25% (в 7-10 лет) до 17,3% (в 15-18 лет). Частота выявления кифоза 2 степени, как и у мальчиков, не зависела от возраста и колебалась от 56,3% до 61,1%. Кифоз 3 степени выявлялся реже, частота его выявления нарастала с возрастом от 5,6% (в 7-10 лет) до 20,2% (в 15-18 лет). Кифоз 4 степени был выявлен в единичных случаях во всех возрастных группах девочек (рис.3 б).

Гиполордоз у мальчиков выявлялся редко в 3,3% случаев (в 7-10 лет) и в 6% случаев в возрастном диапазоне 15-18 лет. Частота выявления уплощения лордоза варьировала от 13,1% в возрасте 7-10 лет до 19,6% в 11-14 лет. Гиперлордоз выявлялся во всех возрастных группах мальчиков и регистрировался с частотой от 30% до 45,7% (рис.3 с).

У девочек гиполордоз был выявлен только в возрастной категории 7-10 лет (в 2,1% случаев). Уплощение лордоза выявлялось достаточно часто (от 10,4% до 5,8% случаев) в различных возрастных диапазонах. Гиперлордоз у девочек выявлялся чаще, чем у мальчиков (от 40,7% до 59,6% случаев), наиболее часто - в возрасте 15-18 лет (рис.3 d).

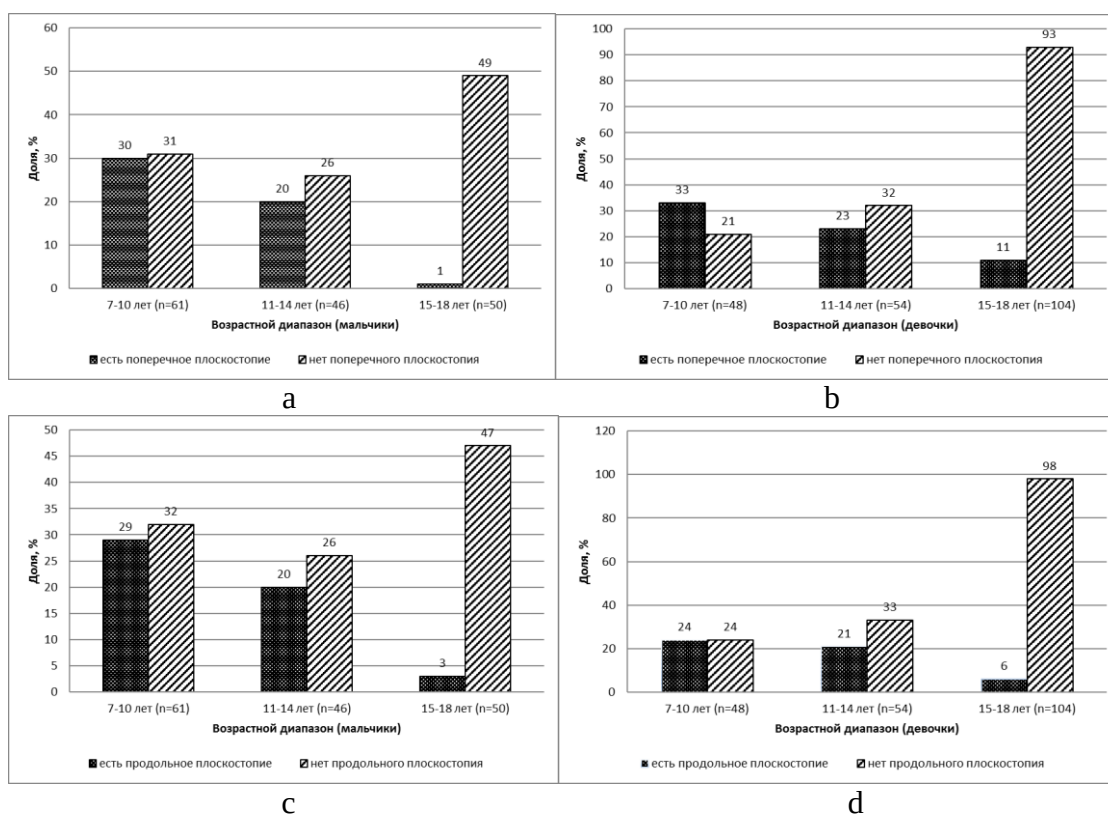


Рис. 4. Частота (в %) поперечного и продольного плоскостопия 1-2 степени у мальчиков и девочек разных возрастных групп.

Частота выявления и поперечного, и продольного плоскостопия у мальчиков и у девочек снижалась с возрастом. Так, у мальчиков 7-10 лет поперечное плоскостопие обнаружено в 30% случаев, в 15-18 лет — в 1%; у девочек - соответственно в 33% и 11% случаев. Продольное плоскостопие у мальчиков 7-10 лет выявлено в 29%, а в 15-18 лет — в 3%; у девочек — соответственно в 24% и в 6% (рис.4 а, б).

Таблица 2

Частота выявления деформаций позвоночника и стоп у школьников II группы (n=363) в зависимости от возраста

Группы детей	7-10 лет n=109	11-14 лет n=100	15-18 лет n=154
Норма	0%	1%	1,55%
Сколиоз 1-3 степени	76,6%	86% (p=0,031*)	92,9% (p=0,036)*, (p=0,12) **
Кифоз 1-4 степени	19,6%	47% (p<0,001*)	36,8% (p=0,001*)
Гиперлордоз	13,4%	12%	12,9% (p=0,039)*
Продольное плоскостопие 1-2 степени	49,1%	42%	5,8% (p<0,001)*, (p<0,001)**
Поперечное плоскостопие 1-2 степени	54,5%	45%	12,3% (p<0,001)*, (p<0,001)**

*- статистическая значимость различий с группой 7-10 лет,

**- статистическая значимость различий с группой 11-14 лет

Для оценки влияния двигательной активности школьников на состояние позвоночника и стоп был проведен корреляционный анализ среднесуточного числа шагов школьников и степени деформации позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях в группе детей, имевших результаты шагометрии и биомеханического обследования (114 человек). Для проведения корреляционного анализа показатели шагометрии были категоризованы посредством разделения на квартили. Данные по деформации позвоночника были переведены в цифровые категории в зависимости от градации их тяжести (0-норма, 1 - первая степень или уплощение и т.д.). Корреляционный анализ проводился с применением коэффициента Спирмена.

Выявлена слабая отрицательная связь ($r = -0,27$ при $p = 0,042$) между среднесуточным числом шагов и тяжестью сколиотической деформации в группе детей 7-10 лет. В группе 11-14 лет значимых корреляций не было выявлено, ни в целом по группе, ни раздельно по полу (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между показателями двигательной активности школьников и состоянием позвоночника в различных возрастных группах

Диагноз	7-10 лет		11-14 лет	
	r	p	r	p
Сколиоз	-0,27	0,042	-0,022	0,87
Дуга правосторонняя (град,)	-0,05	0,73	-0,058	0,67
Дуга левосторонняя (град,)	-0,23	0,094	-0,189	0,17
Кифоз	-0,08	0,543	-0,159	0,25
Лордоз	0,06	0,679	-0,215	0,12

Обсуждение. Наше исследование выявило, что число шагов в сутки, отражающее двигательную активность школьников, вне зависимости от пола, уступает нормативам 1976 года в группе детей 7-10 лет более чем в два раза, а в группах школьников 11-14 и 15-18 лет более чем в 3 раза. Действительно, за последние пятьдесят лет произошло резкое снижение двигательной активности школьников в связи с увеличением продолжительности занятий в школе, постоянным использованием гаджетов, длительного просмотра телепередач (Безруких, 2012; Силкин, 2013). Такая тенденция наблюдается не только в России, но и во многих странах мира. Обзор Guthold R, et al., проведенный по данным 298 школьных исследований из 146 стран, территорий и регионов, в котором приняло участие 1,6 миллиона учащихся в возрасте 11–17 лет показал, что 81% детей школьного возраста ведут малоподвижный образ жизни (Guthold et al., 2020).

Наше исследование выявило высокую частоту распространения нарушений со стороны опорно-двигательного аппарата у детей школьного возраста: так, из 370 обследованных детей сколиотическая деформация позвоночника 1-3 степени была выявлена у большинства школьников (89,1%), кифотическая осанка - у 77,1%, усиление или сглаживание лордоза - у 73% учащихся, плоскостопие почти у каждого третьего (28,9%) ребенка. Наши данные существенно превышали показатели, имеющиеся в литературе. Так, по данным исследования, проведенного в Белоруссии [30], нарушения осанки у детей встречались в 20–30% случаев, а в возрастных группах (12–13 лет) - до 50%. Сколиоз выявлялся у 2–9% детей и подростков в возрасте до 16 лет, при этом распространенность этого заболевания у детей школьного возраста могла достигать 15–30% и более (Скиндер с соавт., 2012). В недавнем обзоре, обобщившем результаты 32 исследований (более 55 миллиона детей из стран Европы, Азии, Южной и Северной Америки) было установлено, что совокупная распространённость сколиоза составляла 3,1% (95% ДИ: 1,5–5,2%), общая распространённость сколиоза составила 2,58% (95% ДИ: 1,11–4,62%) у мальчиков и 4,06% (95% ДИ: 1,96–6,48%) у девочек (Mingyang Li, et al., 2024).

Расхождение между полученными нами и приведенными в литературе данными может быть обусловлено несколькими факторами. Во - первых, разными исследователями деформация позвоночника оценивалась с использованием различных методик и различного оборудования, обладающих разной чувствительностью и специфичностью (Федотова, Першин, 2020). Так, в работе Л.А. Скиндер с соавт. (2012) упоминаются клинические, лучевые методы диагностики сколиоза; методы муаровой топографии; оптические методы (установки «ISIS», «JENOPTIC formetric», «Quante, оптический топограф ТОДП). В обзоре Mingyang Li, et al., (2024) во всех исследованиях, на которые ссылаются авторы, были использованы клинический метод (тест наклона) и рентгенография позвоночника. Нами же было использовано самое современное биомеханическое оборудование (система DIERS 4D motion), регистрирующее искривления позвоночника одновременно в трех плоскостях и оценивающая наличие или отсутствие ротации и смещения позвонков, что позволило увеличить число выявляемых деформаций позвоночника и детализировать их характер.

Во-вторых, показатели распространённости сколиоза у детей и подростков из разных регионов могут различаться из-за этнических особенностей (Mingyang Li, et al., 2024). Так, в странах Азии (Китай, Южная Корея, Таиланд, Япония, Индия Сингапур, Индонезия, Иран) распространённость сколиоза составила 1,70% (95% ДИ: 0,88–2,77%), в европейских странах (Швеция, Англия, Босния и Герцеговина, Португалия и Турция) — 6,42% (95% ДИ: 2,42–12,13%) , в Южной Америке (Бразилия) — 2,08% (95% ДИ: 0,76–4,01%) (Mingyang Li, et al., 2024). Кроме того, на распространённость сколиоза могут влиять условия жизни детей. Согласно одной из гипотез, меньшая частота сколиозов в странах третьего мира (Эфиопия) — 1,8-3,3% может быть связана с особенностями школьного образования: большая часть

детей не получает образования вовсе, либо оно ограничивается двумя-тремя классами, что минимизирует поздние перегрузки вследствие длительного сидения за партой (Gashow M, et al., 2021).

Частота выявления плоскостопия в нашей работе была сопоставима с данными исследования, проведенного в Тайване: распространенность плоскостопия у детей Тайваня в возрасте от 5 до 13 лет составила 28% с тенденцией к снижению с возрастом, при этом у мальчиков плоскостопие встречалось значительно чаще (35%), чем у девочек (20%) (Chen JP, et al., 2009). В целом, частота встречаемости плоскостопия у детей, по данным литературы, составляет от 0,6% до 77,9% (Didia B.C. et al., 1987; Banwell H.A. et al., 2018; Metalnikov, 2024). Такой широкий диапазон может быть обусловлен изменениями анатомии стопы ребенка по мере его взросления, а также отсутствием единых критериев определения степени плоскостопия (Cavanagh P.R., 1987; Hernandez A.J. et al., 2007; Uden H. et al., 2017).

Нами была исследована зависимость развития деформаций позвоночника и стоп школьников от их двигательной активности. В литературе по этому поводу приводятся противоречивые данные (Xiang Qi, et al., 2023). Ряд исследователей сообщают о связи между двигательной активностью и идиопатическим сколиозом (McMaster M.E. et al., 2015; Watanabe K. et al., 2017; Tobias J. H. et al., 2019; Cai Ts. et al., 2021; Scaturro D. et al., 2021; De Assis S.J.K. et al., 2021), в то время как другие авторы не обнаруживают такой связи (Kenanidis E. et al., 2008; Diarbakerli E. et al., 2016; Romanova, 2022). Нами была выявлена слабая, но статистически достоверная, отрицательная связь между среднесуточным числом шагов и тяжестью сколиотической деформации в группе детей 7-10 лет ($r = -0.27$ при $p = 0,042$). В группе школьников 11-14 лет значимых корреляций не было выявлено, ни в целом по группе, ни раздельно по полу. В то же время, по данным (De Assis et al., 2021), было установлено, что низкая двигательная активность является фактором риска развития сколиоза у детей и подростков в возрасте 12 - 18 лет, ведущих малоподвижный образ жизни ($p = 0,041$; OR: 2,81; 95% ДИ: 1,04–7,57 (De Assis et al., 2021).

Мы можем предположить, что связь между низкой двигательной активностью и частотой развития деформации позвоночника была выявлена нами лишь в возрасте 7-10 лет в связи с тем, что именно в младшем школьном возрасте происходит «скачок роста» (Нагаева Т. А., 2011).

Слабая корреляционная связь может объясняться тем, что двигательная активность школьников является не единственным фактором, влияющим на развитие сколиоза. Следует обратить внимание на генетические факторы, изменения гормонального фона и влияние окружающей среды, в которой находятся учащиеся (Duan Sun. et al., 2023).

Необходимо также отметить, что наше исследование имело ограничение: корреляционные связи между двигательной активностью и наличием сколиотических деформаций проанализированы на относительно небольшой выборке детей.

Заключение. Спортивные нагрузки и адекватный уровень двигательной активности для растущего организма детей и подростков – это важнейший компонент профилактики нарушений со стороны опорно-двигательного аппарата. В условиях отсутствия спортивных нагрузок отмечается существенное снижение двигательной активности современных школьников. При этом деформации позвоночника выявлены нами более чем у 80% обследованных детей, плоскостопие — у каждого четвертого.

Нами выявлена статистически достоверная, корреляционная связь между уровнем двигательной активности и наличием сколиотической деформации позвоночника у детей 7-10 лет. Можно предположить, что увеличение двигательной активности и адекватные спортивные нагрузки могут предупредить развитие сколиоза у школьников младших классов. Однако эта гипотеза требует подтверждения.

Работа выполнена в рамках Госзадания 720000Ф.99.1.БН62АБ49000 «Многолетний мониторинг состояния опорно-двигательного аппарата у детей, занимающихся видом спорта (экспериментальная группа) и не занимающихся спортом детей (контрольная группа)».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Антонова, Г.А. Яманова, В.Г. Сердюков, М.Р. Магомедова А.А. Динамика состояния опорно-двигательного аппарата у детей и подростков // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – Т. 97, № 7 (ч. 2). – С. 53–56. DOI: 10.23670/IRJ.2020.97.7.044

Балаева Ш.М. Динамика адаптационного потенциала и физической работоспособности младших школьников при разных режимах физической активности. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2021; 3: 18-27.

Безруких М. М. Здоровье школьников, проблемы, пути решения. / М. М. Безруких // Сибирский педагогический журнал. - 2012. - № 9. - С. 11-16.

Богомоллова Е.С., Максименко Е. О., Ковальчук С. Н., Котова Н. В., Олюшина Е. А. Нормы двигательной активности современных школьников: актуальность, проблемы и пути их решения (обзор). Санитарный врач. 2023;11.

Валина С.Л., Штина И.Е., Маклакова О.А., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А. Закономерности развития у школьников болезней костно-мышечной системы в условиях комплексного воздействия факторов среды обитания и образа жизни. Анализ риска здоровью. 2021; 3: 54-66.

Годунов С.Ф. - Ортопед, травматол., 1968, №1, с.40-48

Долич В.Н., Скворцова Н.В., Комлева Н.Е. Анализ состояния опорно-двигательного аппарата у лиц молодого возраста. Санитарный врач. 2022; 12: 903-908. doi 10.33920/med-08-2212-04.

Дулаев А. К. Деформации позвоночника : Учебное пособие / А. К. Дулаев, Д. И. Кутянов, В. А. Мануковский. — СПб: Фолиант, 2019. — 56 с.

Ежов Ю.И., Карева О.В., Богосьян А.Б., Мусихина И.В. Современные подходы к диагностике и лечению деформаций позвоночника и стоп у детей и подростков. Нижегородский НИИ травматологии и ортопедии. Нижний Новгород, 2005. 211 с.

Кучма В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде (часть II). Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2016; 4: 4-24. EDN YUAFVT.

Кучма В.Р., Рапопорт И.К., Соколова С.Б. Научно-методические основы и технологии медицинского обеспечения и санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся в первой четверти XX века. Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2021; 2: 11-22.

Кучма В.Р., Сафонкина С.Г., Молдованов В.В., Кучма Н.Ю. Гигиена детей и подростков в

современной школьной медицине. Гигиена и санитария. 2017; 11 (96): 1024-1028. doi 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1024-1028.

Мансурова Г.Ш., Мальцев С.В., Рябчиков И.В. Особенности формирования опорно-двигательной системы у школьников: заболевания, причины и возможные пути коррекции // Практическая медицина. – 2019. – Т. 17, № 5. – С. 51–55. DOI: 10.32000/2072-1757-2019-5-51-55

Марченко Б.И., Журавлёв П.В., Айдинов Г.Т. Оценка состояния здоровья детей и подростков-школьников по результатам профилактических медицинских осмотров. Гигиена и санитария. 2022; 101(1): 62-76. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-1-62-76>.

Нагаева Т. А. Физическое развитие детей и подростков: учебное пособие / Т. А. Нагаева, Н. И. Басарева, Д. А. Пономарева. –Томск, 2011 – 101 с.

Рогова С.И., Калишев М.Г., Найденова Т.А. Субъективная оценка двигательной активности школьников. Медицина и экология. 2019; 4 (93): 40-48.

Силкин Ю.Р. Особенности показателей здоровья учащихся с патологией костно-мышечной системы / Ю.Р. Силкин, Н.Г. Чекалова, Н.А. Матвеева // Медицинский альманах. - 2013. - №2 (26). - С. 135-138.

Сухарев А.Г. Двигательная активность и здоровье подрастающего поколения. Москва: Знание. 1976, 62 с.

Федотова З.И., Першин А.А. Обзор методов исследования деформации туловища и индексов деформации при сколиозе // Физическая и реабилитационная медицина. – 2020. – Т. 2. – № 2. – С. 35-50. DOI: 10.26211/2658-4522-2020-2-2-35-50

Физическая реабилитация детей с нарушениями осанки и сколиозом : учебно-методическое пособие / Л.А. Скиндер [и др.]; –Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2012 – 210 с. ISBN 978-985-473-942-7.

Banwell, H.A. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review / H.A Banwell, M.E Paris, S. Mackintosh [et al.] // J Foot Ankle Res. – 2018. – Vol. 11, N 1. – P. 21-33.

Berg V., Saliasi E., Jolles J., de Groot R.H.M., Chinapaw M.J.M., Singh A.S. Exercise of varying durations: no acute effects on cognitive performance in adolescents. Frontiers in Neuroscience 2018; (12): Article 672. DOI: 10.3389/fnins.2018.00672.

Cai Ts., Wu R., Zheng S., Qiu Ts., Wu K. Morphological and epidemiological study of idiopathic scoliosis in elementary school students in Chaozhou, China. Environ Health Prev Med. 2021;26:71.

Chang Y., Chu C., Wang C., Wang Y., Song T., Tsai C., Etnier J.L. Dose-response relation between exercise duration and cognition. Medicine and Science in Sports and Exercise 2015; (47): 159-165. doi: 10.1249/MSS.0000000000000383.

Cavanagh, P.R. The arch index: A useful measure from footprints / P.R. Cavanagh, M.M. Rodgers // Journal of Biomechanics. – 1987. – Vol. 20, N 5. – P. 547–551.

Chen JP, Chung MJ, Wang MJ. Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan. *Foot Ankle Int* 2009; 30 (4): 326-32.

Cobb, J. R. Outline for the study of scoliosis / J. R. Cobb // *Am. Acad. Orthopaedic Surg.* — 1948. — Vol. 5. — P. 261–275.

Comprehensive program for flat foot and posture disorders prevention by means of physical education in 6-year-old children / E. Romanova, M. Kolokoltsev, A. Vorozheikin [et al.] // *Journal of Physical Education and Sport.* – 2022. – Vol. 22, No. 11. – P. 2655-2662. – DOI 10.7752/jpes.2022.11337.

De Assis S.J.K., Sanchis G.J.B., de Souza K.G., Roncalli A.G. The effect of physical activity and posture on schoolchildren with scoliosis. *Archive of Public Health.* 2021;79 <https://doi.org/10.1186/s13690-021-00584-6>

De Greef J.W., Bosker R.J., Oosterlaan J., Visscher C., Hartman E. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2017; (21): 501-507. doi: 10.1016/j.jsams.2017.09.595.

Didia, B.C. The use of footprint contact index II for classification of flat feet in a Nigerian population / B.C. Didia, E.T. Omu, A.A. Obuoforibo // *Foot Ankle.* – 1987. – Vol. 7, N 5. – P. 285–289.

Diarbakerli E., Grauers A., Moeller H., Abbott A., Gerd P. Adolescents with and without idiopathic scoliosis have similar levels of physical activity in self-assessment: a cross-sectional study. *Scoliosis Spinal Disord.* 2016;11:17.

Duan Sun, Zihao Ding, Yong Hai, Yunzhong Cheng, Achievements in epigenetic studies of idiopathic scoliosis in adolescents and congenital scoliosis *Front. Genet.*, July 26, 2023 Section "Epigenomics and epigenetics" Volume 14 — 2023 | <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1211376>

Effectiveness of physical rehabilitation methods after knee arthroscopy for sports injuries / A. Metalnikov, A. Eshiev, A. Vorozheikin [et al.] // *Journal of Physical Education and Sport.* – 2024. – Vol. 24, No. 11. – P. 1892-1900. – DOI 10.7752/jpes.2024.11285.

Gashow, M., Janakiraman, B., and Belai, G.J. Idiopathic scoliosis and related factors in schoolchildren: screening in schools in Ethiopia. *Arch Public Health* 79, 107 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13690-021-00633-0>

Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health.* 2020;4:23–35.

Hernandez, A.J. Calculation of staheli's plantar arch index and prevalence of flat feet: a study with 100 children aged 5-9 years / A.J. Hernandez, L.K. Kimura, H.F. Laraya [et al.] // *Acta ortop. bras.* – 2007. – Vol. 15, N 2. – P. 68-71.

Kenanidis E., Potupnis M.E., Papavasiliou K.A., Sayeg F.E., Kapetanios G.A. Adolescent idiopathic scoliosis and physical exercise — is there a connection between them? *Spine.* 2008;33:2160–5.

Lubans D., Richards J., Hillman C., Faulkner G. et. al. Physical activity for cognitive and mental health in youth: a systematic review of mechanisms. *Pediatrics* 2016; (138): e20161642. doi: 10.1542/peds.2016-1642.

McMaster M.E., Lee A.J., Burwell R.G. Physical activity of patients with idiopathic scoliosis in adolescents: a preliminary longitudinal case-control study with a historical assessment of possible risk factors. *Scoliosis*. 2015;10:6.

Mingyang Li, Qilong Nie, Jiaying Liu, Zeping Jiang Prevalence of scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis *Pediatr.*, 23 July 2024 Volume 12 - 2024 | <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1399049>

Philip W Scruggs, Sandy K Beveridge, Patricia A Eisenman, Doris L Watson, Barry B Shultz Lynda B Ransdell Quantifying physical activity via pedometry in elementary physical education. *Med Sci Sports Exerc* 2003 Jun;35(6):1065-71. doi: 10.1249/01.MSS.0000069748.02525.B2.

Results of using a plant adaptogen to improve the functional state of athletes / I. Bocharin, A. Eshiev, M. Guryanov [et al.] // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2024. – Vol. 24, No. 11. – P. 1884-1891. – DOI 10.7752/jpes.2024.11284.

Sanderson José Costa de Assis, Geronimo José Bouzas Sanchis, Clécio Gabriel de Souza & Angelo Giuseppe Roncalli Influence of physical activity and postural habits in schoolchildren with scoliosis *Archives of Public Health* volume 79, Article number: 63 (2021).

Scaturro D., Costantino K., Terrana P., Vitaliani F., Falco V., Cuntrera D., and others. Risk factors, lifestyle, and prevention among adolescents with idiopathic juvenile scoliosis: a cross-sectional study in eleven elementary schools in the province of Palermo, Italy. *Int J Environ Res Pub Health*. 2021;18(23).

Schmidt M., Benzing V., Kamer M. Classroom-based physical activity breaks and children's attention: cognitive engagement works! *Frontiers in Psychology* 2016; (7): Article1474. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01474.

Schoolchildren's motivation to increase motor activity using the footbag freestyle game / N. Mischenko, M. Kolokoltsev, E. Romanova [et al.] // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2021. – Vol. 21, No. 5. – P. 2657-2663. – DOI 10.7752/jpes.2021.05354.

Tobias J. H., Fairbank J., Harding I., Taylor H. J., Clark E. M. The relationship between physical activity and scoliosis: a prospective cohort study. *Int J Epidemiol*. 2019;48(4):1152–60.

Uden, H. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review / H. Uden, R. Scharfbillig, R. Causby // *J Foot Ankle Res*. – 2017. – Vol. 10, N 1. – P. 37.

Watanabe K., Michikawa T., Yonezawa I., Takaso M., Minami S., Soshi S., Tsuji T., Okada E., Abe K., Takahashi M. et al. Physical activity and lifestyle factors associated with idiopathic scoliosis in adolescents. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99:284–94.

Xiang Qi, Chao Peng, Pinting Fu, Aiyuan Zhu, Wei Jiao Correlation between physical activity and adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review *BMC Musculoskeletal Disorders* 24.

REFERENCES

- Antonova, G.A. Yamanova, V.G. Serdyukov, M.R. Magomedova A.A. Dynamics of the state of the musculoskeletal system in children and adolescents // International Research Journal. - 2020. - Vol. 97, No. 7 (part 2). - P. 53-56. DOI: 10.23670/IRJ.2020.97.7.044 (in Russian).
- Balaeva Sh.M. Dynamics of the adaptive potential and physical performance of primary school children under different physical activity regimens. Issues of school and university medicine and health. 2021; 3: 18-27 (in Russian).
- Bezrukikh M.M. Schoolchildren's health, problems, solutions. / M.M. Bezrukikh // Siberian Pedagogical Journal. - 2012. - No. 9. - P. 11-16 (in Russian).
- Bogomolova E.S., Maksimenko E. O., Kovalchuk S. N., Kotova N. V., Olyushina E. A. Norms of physical activity of modern schoolchildren: relevance, problems and ways to solve them (review). Sanitary doctor. 2023; 11. (in Russian).
- Valina S.L., Shtina I.E., Maklakova O.A., Ustinova O.Yu., Eisfeld D.A. Patterns of development of musculoskeletal diseases in schoolchildren under the complex influence of environmental and lifestyle factors. Health risk analysis. 2021; 3: 54-66 (in Russian).
- Godunov S.F. - Orthopedist. travmatol., 1968, №1, pp.40-48 (in Russian).
- Dolich V.N., Skvortsova N.V., Komleva N.E. Analysis of the state of the musculoskeletal system in young people. Sanitary doctor. 2022; 12: 903-908. doi 10.33920/med-08-2212-04 (in Russian).
- Dulaev A.K. Spinal deformities: A tutorial / A.K. Dulaev, D.I. Kutyanov, V.A. Manukovsky. - St. Petersburg: Foliant, 2019. - 56 p. (in Russian).
- Ezhov Yu.I., Kareva O.V., Bogosyan A.B., Musikhina I.V. Modern approaches to the diagnosis and treatment of spinal and foot deformities in children and adolescents. Nizhny Novgorod Research Institute of Traumatology and Orthopedics. Nizhny Novgorod, 2005. 211 p. (in Russian).
- Effectiveness of physical rehabilitation methods after knee arthroscopy for sports injuries / A. Metalnikov, A. Eshiev, A. Vorozheikin [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2024. – Vol. 24, No. 11. – P. 1892-1900. – DOI 10.7752/jpes.2024.11285.
- Kuchma V.R. Challenges of the 21st century: hygienic safety of children in a changing environment (part II). Issues of school and university medicine and health. 2016; 4: 4-24. EDN YUAFVT (in Russian).
- Kuchma V.R., Rapoport I.K., Sokolova S.B. Scientific and methodological foundations and technologies of medical support and sanitary and epidemiological well-being of students in the first quarter of the twentieth century. Issues of school and university medicine and health. 2021; 2: 11-22 (in Russian).
- Kuchma V.R., Safonkina S.G., Moldovanov V.V., Kuchma N.Yu. Hygiene of children and adolescents in modern school medicine. Hygiene and Sanitation. 2017; 11 (96): 1024-1028. doi 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1024-1028 (in Russian).

Mansurova G.Sh., Maltsev S.V., Ryabchikov I.V. Features of the formation of the musculoskeletal system in schoolchildren: diseases, causes and possible ways of correction // Practical medicine. - 2019. - Vol. 17, No. 5. - P. 51-55. DOI: 10.32000/2072-1757-2019-5-51-55 (in Russian).

Marchenko B.I., Zhuravlev P.V., Aidinov G.T. Assessment of the health status of schoolchildren and adolescents based on the results of preventive medical examinations. Hygiene and Sanitation. 2022; 101(1): 62-76. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-1-62-76> (in Russian).

Nagaeva T. A. Physical development of children and adolescents: textbook / T. A. Nagaeva, N. I. Basareva, D. A. Ponomareva. –Tomsk, 2011 – 101 p.(in Russian).

Rogova S.I., Kalishev M.G., Naydenova T.A. Subjective assessment of motor activity of schoolchildren. Medicine and ecology. 2019; 4 (93): 40-48 (in Russian).

Results of using a plant adaptogen to improve the functional state of athletes / I. Bocharin, A. Eshiev, M. Guryanov [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2024. – Vol. 24, No. 11. – P. 1884-1891. – DOI 10.7752/jpes.2024.11284.

Silkin Yu.R. Features of health indicators of students with pathology of the musculoskeletal system / Yu.R. Silkin, N.G. Chekalova, N.A. Matveeva // Medical almanac. - 2013. - No. 2 (26). - P. 135-138 (in Russian).

Sukharev A.G. Motor activity and health of the younger generation. Moscow: Knowledge. 1976, 62 p. (in Russian).

Schoolchildren's motivation to increase motor activity using the footbag freestyle game / N. Mischenko, M. Kolokoltsev, E. Romanova [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2021. – Vol. 21, No. 5. – P. 2657-2663. – DOI 10.7752/jpes.2021.05354.

Fedotova Z.I., Pershin A.A. Review of methods for studying trunk deformation and deformation indices in scoliosis // Physical and rehabilitation medicine. - 2020. - Vol. 2. - No. 2. - P. 35-50. DOI: 10.26211/2658-4522-2020-2-2-35-50 (in Russian).

Physical rehabilitation of children with posture disorders and scoliosis: a teaching aid / L.A. Skinder [et al.]; - Brest. state University named after A.S. Pushkin. – Brest: BrSU, 2012 – 210 p. ISBN 978-985-473-942-7(in Russian).

Banwell, H.A. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review / H.A Banwell, M.E Paris, S. Mackintosh [et al.] // J Foot Ankle Res. – 2018. – Vol. 11, N 1. – P. 21-33.

Berg V., Saliasi E., Jolles J., de Groot R.H.M., Chinapaw M.J.M., Singh A.S. Exercise of varying durations: no acute effects on cognitive performance in adolescents. Frontiers in Neuroscience 2018; (12): Article 672. DOI: 10.3389/fnins.2018.00672.

Cai Ts., Wu R., Zheng S., Qiu Ts., Wu K. Morphological and epidemiological study of idiopathic scoliosis in elementary school students in Chaozhou, China. Environ Health Prev Med. 2021;26:71.

Chang Y., Chu C., Wang C., Wang Y., Song T., Tsai C., Etnier J.L. Dose-response relation between exercise duration and cognition. Medicine and Science in Sports and Exercise 2015; (47): 159-165.

doi: 10.1249/MSS.0000000000000383.

Cavanagh, P.R. The arch index: A useful measure from footprints / P.R. Cavanagh, M.M. Rodgers // Journal of Biomechanics. – 1987. – Vol. 20, N 5. – P. 547–551.

Chen JP, Chung MJ, Wang MJ. Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan. Foot Ankle Int 2009; 30 (4): 326-32.

Cobb, J. R. Outline for the study of scoliosis / J. R. Cobb // Am. Acad. Orthopaedic Surg. — 1948. — Vol. 5. — P. 261–275.

Comprehensive program for flat foot and posture disorders prevention by means of physical education in 6-year-old children / E. Romanova, M. Kolokoltsev, A. Vorozheikin [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2022. – Vol. 22, No. 11. – P. 2655-2662. – DOI 10.7752/jpes.2022.11337.

De Assis S.J.K., Sanchis G.J.B., de Souza K.G., Roncalli A.G. The effect of physical activity and posture on schoolchildren with scoliosis. Archive of Public Health. 2021;79 <https://doi.org/10.1186/s13690-021-00584-6>

De Greef J.W., Bosker R.J., Oosterlaan J., Visscher C., Hartman E. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. Journal of Science and Medicine in Sport 2017; (21): 501-507. doi: 10.1016/j.jsams.2017.09.595.

Didia, B.C. The use of footprint contact index II for classification of flat feet in a Nigerian population / B.C. Didia, E.T. Omu, A.A. Obuoforibo // Foot Ankle. – 1987. – Vol. 7, N 5. – P. 285–289.

Diarbakerli E., Grauers A., Moeller H., Abbott A., Gerd P. Adolescents with and without idiopathic scoliosis have similar levels of physical activity in self-assessment: a cross-sectional study. Scoliosis Spinal Disord. 2016;11:17.

Duan Sun, Zihao Ding, Yong Hai, Yunzhong Cheng, Achievements in epigenetic studies of idiopathic scoliosis in adolescents and congenital scoliosis Front. Genet., July 26, 2023 Section "Epigenomics and epigenetics" Volume 14 — 2023 | <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1211376>

Gashow, M., Janakiraman, B., and Belai, G.J. Idiopathic scoliosis and related factors in schoolchildren: screening in schools in Ethiopia. Arch Public Health 79, 107 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13690-021-00633-0>

Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. Lancet Child Adolesc Health. 2020;4:23–35.

Hernandez, A.J. Calculation of staheli's plantar arch index and prevalence of flat feet: a study with 100 children aged 5-9 years / A.J. Hernandez, L.K. Kimura, H.F. Laraya [et al.] // Acta ortop. bras. – 2007. – Vol. 15, N 2. – P. 68-71.

Kenanidis E., Potupnis M.E., Papavasiliou K.A., Sayeg F.E., Kapetanios G.A. Adolescent idiopathic scoliosis and physical exercise — is there a connection between them? Spine. 2008;33:2160–5.

Lubans D., Richards J., Hillman C., Faulkner G. et. al. Physical activity for cognitive and mental health in youth: a systematic review of mechanisms. *Pediatrics* 2016; (138): e20161642. doi: 10.1542/peds.2016-1642.

McMaster M.E., Lee A.J., Burwell R.G. Physical activity of patients with idiopathic scoliosis in adolescents: a preliminary longitudinal case-control study with a historical assessment of possible risk factors. *Scoliosis*. 2015;10:6.

Mingyang Li, Qilong Nie, Jiaying Liu, Zeping Jiang Prevalence of scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis *Pediatr.*, 23 July 2024 Volume 12 - 2024 | <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1399049>

Philip W Scruggs, Sandy K Beveridge, Patricia A Eisenman, Doris L Watson, Barry B Shultz Lynda B Ransdell Quantifying physical activity via pedometry in elementary physical education. *Med Sci Sports Exerc* 2003 Jun;35(6):1065-71. doi: 10.1249/01.MSS.0000069748.02525.B2.

Sanderson José Costa de Assis, Geronimo José Bouzas Sanchis, Clécio Gabriel de Souza & Angelo Giuseppe Roncalli Influence of physical activity and postural habits in schoolchildren with scoliosis *Archives of Public Health* volume 79, Article number: 63 (2021).

Scaturro D., Costantino K., Terrana P., Vitaliani F., Falco V., Cuntrera D., and others. Risk factors, lifestyle, and prevention among adolescents with idiopathic juvenile scoliosis: a cross-sectional study in eleven elementary schools in the province of Palermo, Italy. *Int J Environ Res Pub Health*. 2021;18(23).

Schmidt M., Benzing V., Kamer M. Classroom-based physical activity breaks and children's attention: cognitive engagement works! *Frontiers in Psychology* 2016; (7): Article1474. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01474.

Tobias J. H., Fairbank J., Harding I., Taylor H. J., Clark E. M. The relationship between physical activity and scoliosis: a prospective cohort study. *Int J Epidemiol*. 2019;48(4):1152–60.

Uden, H. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review / H. Uden, R. Scharfbillig, R. Causby // *J Foot Ankle Res*. – 2017. – Vol. 10, N 1. – P. 37.

Watanabe K., Michikawa T., Yonezawa I., Takaso M., Minami S., Soshi S., Tsuji T., Okada E., Abe K., Takahashi M. et al. Physical activity and lifestyle factors associated with idiopathic scoliosis in adolescents. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99:284–94.

Xiang Qi, Chao Peng, Pinting Fu, Aiyuan Zhu, Wei Jiao Correlation between physical activity and adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review *BMC Musculoskeletal Disorders* 24, Article number: 978 (2023).