

Читать
онлайн
Read
online

Храмцов П.И., Седова А.С., Березина Н.О.

Состояние стоп у младших школьников в условиях инновационной формы обучения

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 119991, Москва, Россия

Введение. Стопа выполняет чрезвычайно важные функции в организме человека. Нарушения и деформации стопы существенно ограничивают возможности организма и снижают качество жизни начиная с детского возраста. Необходимым условием их профилактики является оценка и контроль состояния стоп детей, в том числе в процессе образовательной деятельности. Значение таких исследований возрастает при гигиенических исследованиях инновационных форм обучения.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 220 детей (104 мальчика и 116 девочек) 7–9 лет, находящихся в условиях инновационной формы обучения, при которой реализуется режим динамических поз сидя за столом и стоя за конторкой. Плантографические исследования проведены с помощью копировального оттиска следа *Bauerfiend* (Германия). Для анализа плантограмм применяли метод Штритера. Оценивали различные симметричные (двусторонние) и асимметричные (односторонние) сочетания состояний правой и левой стоп (всего 11 вариантов).

Результаты. Определены особенности распространённости симметричных и асимметричных форм состояний продольного свода стопы у обучающихся 7–9 лет. Симметричные формы состояний стоп выявлены у 64,1% детей, асимметричные – у 35,9%. Распространённость двустороннего нормального свода стопы отмечалась всего у 28,6% детей, плоскостопия – у 13,2%, уплощения – у 17,3%, повышенного свода – у 4,1%, полый стопы – у 0,9% детей. В процессе обучения с 1-го по 3-й класс в режиме динамических поз положительная динамика состояний стоп у детей отмечалась в 1,8 раза чаще, чем отрицательная. Выявлены особенности динамики состояния стоп: частота встречаемости плоскостопия не изменилась, повышенного свода правой стопы снизилась в 3,5 раза, левой – в 11 раз; частота уплощения правой стопы увеличилась в 1,6 раза, левой стопы – в 1,8 раза. Выявление асимметричных состояний стоп имеет прогностическое значение в формировании нарушений костно-мышечной системы у детей, в том числе в процессе образовательной деятельности.

Ограничения. Критериями включения детей в исследование являлись возраст от 7 до 9 лет и отсутствие острых заболеваний на момент обследования.

Заключение. Полученные данные следует учитывать при проведении и анализе результатов обследований стоп в процессе медицинских профилактических осмотров детского населения.

Ключевые слова: младшие школьники; плантография; асимметрия состояний стоп; профилактика деформаций стоп; инновационные формы обучения

Соблюдение этических стандартов. Исследование проведено с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС). От родителей детей, участвовавших в исследовании, получены письменные добровольные информированные согласия.

Для цитирования: Храмцов П.И., Седова А.С., Березина Н.О. Состояние стоп у младших школьников в условиях инновационной формы обучения. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(2): 225–230. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-225-230>

Для корреспонденции: Храмцов Пётр Иванович, зав. лаб. ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, 119991, Москва. E-mail: pikhramtsov@gmail.com

Участие авторов: Храмцов П.И. – концепция и дизайн исследования, анализ материала, написание и редактирование текста; Седова А.С. – сбор, обработка и анализ материала, написание текста; Березина Н.О. – сбор, обработка и анализ материала. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках выполнения проекта № 19-013-00111 «Здоровьесберегающий ресурс технологии развития стато-кинетической устойчивости детей в процессе образовательной деятельности».

Поступила: 22.07.2021 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликовано: 10.03.2022

Petr I. Khramtsov, Anna S. Sedova, Nadezhda O. Berezina

The state of the feet in younger schoolchildren in the conditions of an innovative form of education

National Medical Research Centre of Children's Health of the Ministry Of Health of the Russian Federation, Moscow, 119991, Russian Federation

Introduction. The foot is the foundation of health, performing essential functions for ensuring human life. The foot's disorders and deformities significantly limit the body's capabilities and reduce the quality of life, starting from childhood. A necessary condition for prevention is the assessment and control of the feet, including educational activities. The importance of such studies increases with hygienic studies of innovative forms of education.

Materials and methods. The study involved 220 7-9 year children (104 boys and 116 girls), studying in an innovative form of education that implements the mode of dynamic postures sitting at a table and standing at a desk. Plantographic studies were carried out using a copy print of the trace "Bauerfiend" (Germany). For the analysis of plantograms, the Striter method was used. Various symmetrical (two-sided) and asymmetric (one-sided) combinations of right and left foot states were evaluated (11 variants in total).

Results. The features of the prevalence of symmetrical and asymmetric forms of states of the longitudinal arch of the foot in students aged 7–9 years are determined. Symmetrical forms of foot conditions were found in 64.1% of children, asymmetric-in 35.9%. The prevalence of normal bilateral arch of the foot was observed in only 28.6% of children, flat feet-in 13.2%, flattening-in 17.3%, elevated arch-in 4.1%, hollow foot-in 0.9% of children. In the course of training from the 1st to the 3rd grade in dynamic poses, positive dynamics of the feet states was noted 1.8 times more often than unfavourable. The features of the dynamics of the state of the feet were revealed: the frequency of flat feet did not change, the increased arch of the right foot decreased by 3.5 times, the left – by 11 times; the flattening of the right foot increased by 1.6 times, the left foot – by 1.8 times. It is pointed out that it is necessary to identify asymmetric states of the feet that have a prognostic value in the formation of disorders of the musculoskeletal system in children, including in educational activities.

Limitations. The criteria for inclusion of children in the study were the age from 7 to 9 years and the absence of acute diseases at the examination.

Conclusion. The obtained data should be considered when conducting and analyzing the results of foot examinations in the process of preventive medical examinations of the child population.

Keywords: primary school students; plantography; asymmetry of foot state; prevention of foot deformities; innovative forms of education

Compliance with ethical standards. The study was conducted in compliance with the ethical standards set out in the Helsinki Declaration and the Directives of the European Community (8/609EC). Written voluntary informed consents were received from the parents of the children who participated in the study.

For citation: Khramtsov P.I., Sedova A.S., Berezina N.O. The state of the feet in younger schoolchildren in the conditions of an innovative form of education. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(2): 225–230. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-225-230> (In Russian)

For correspondence: Petr I. Khramtsov, MD, PhD, DSci., head of the laboratory of innovative technologies in the hygiene of children and adolescents of the National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, 119991. E-mail: pikhramtsov@gmail.com

Information about authors:

Khramtsov P.I., <https://orcid.org/0000-0002-0476-0969> Sedova A.S., <https://orcid.org/0000-0003-0079-240X> Berezina N.O., <https://orcid.org/0000-0001-7578-4485>

Contribution: Khramtsov P.I. – the concept and design of the study, analysis of the material, writing and editing the text; Sedova A.S. – registration, processing and analysis of material, writing the text; Berezina N.O. – registration, processing and analysis of material. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research as part of the project No. 19-013-00111 “Health-saving resource of technologies for the development of static-kinetic stability of children in the course of educational activities”.

Received: July 27, 2021 / Accepted: November 25, 2021 / Published: March 10, 2022

Введение

Стопа выполняет чрезвычайно важные функции в обеспечении полноценной жизнедеятельности человека [1]. Нарушения и деформации стопы ограничивают возможности организма и существенно снижают качество жизни. В их формировании важную роль играют факторы риска, обусловленные повышенными статическими и психоэмоциональными нагрузками, малоподвижным образом жизни, что является характерным для обучающихся общеобразовательных организаций [2].

Необходимыми условиями профилактики нарушений и деформаций стоп являются объективная оценка и контроль их состояния, особенно в периоды активного роста и развития детей. С этой целью проводятся профилактические медицинские осмотры. Актуальной проблемой является повышение их эффективности на основе использования современных диагностических методов и средств, а также новых научных данных о закономерностях формирования стопы растущего организма.

Анализ особенностей развития стоп и формирования их сводов у детей позволяет обосновать эффективные профилактические мероприятия и минимизировать риски влияния неблагоприятных факторов среды, в том числе образовательной, в процессе обучения детей [3, 4].

Среди фундаментальных проблем роста и развития детского организма всё большее внимание уделяется исследованиям функциональной асимметрии [5]. Оценка индивидуального профиля функциональной асимметрии даёт возможность оптимизировать режимы и технологии обучения детей, а также учебно-тренировочный процесс при занятиях физической культурой и спортом с целью предупреждения неблагоприятного влияния больших физических и образовательных нагрузок на развитие и здоровье обучающихся [6].

Как правило, при проведении профилактических осмотров детей и подростков дифференцированная оценка с учётом функциональной асимметрии и сравнительный анализ состояний правой и левой стоп не проводятся. Если же и проводятся, то при выявлении асимметрии состояния правой и левой стоп указывается состояние с более выраженным нарушением или деформацией. Без учёта билатеральных различий в состоянии стоп теряется ценная диагностическая информация, поскольку асимметрия состояний стоп может быть неблагоприятным фоном для формирования нарушений осанки и деформаций позвоночника у детей.

В связи с этим актуальным является проведение дифференцированной оценки состояний правой и левой стоп у детей, в том числе в процессе их обучения.

Среди инновационных образовательных систем, направленных на обучение, воспитание и снижение неблагоприятного влияния школьных факторов риска, в том числе формирования стопы у детей, особого внимания с точки зрения профилактической значимости заслуживает режим динамических поз. Суть инновационной формы обучения состоит в реализации гигиенического принципа профилактики статического утомления посредством чередования рабочих поз «стоя – сидя» непосредственно в процессе уроков. Для обеспечения режима динамических поз каждый класс оборудован поровну ученическими комплектами, состоящими из стола и стула, и ученическими конторками, что позволяет половине детей первую часть урока заниматься сидя, вторую – стоя, и наоборот. В середине урока перед сменой поз дети выполняют физкультминутку, которая включает упражнения для профилактики статического напряжения и зрительного утомления. После физкультминутки дети меняются местами в соответствии с маркировкой рабочих мест, что позволяет обеспечить соответствие длины тела обучающихся функциональным параметрам ученической мебели их рабочих мест.

Профилактический потенциал инновационной формы обучения, представленной режимом динамических поз «стоя – сидя», обусловлен, с одной стороны, сменой рабочих мест, а с другой стороны, влиянием позы стоя. Положение стоя сопровождается неспецифической активностью физиологических систем, а также влиянием механической нагрузки на суставы нижних конечностей, в том числе стоп, и позвоночника.

Рабочая гипотеза исследования состояла в позитивном влиянии положения стоя на формирование сводов стопы в связи с активностью мышц голени и стопы. В положении сидя активность физиологических систем, обеспечивающих устойчивое вертикальное положение тела, снижается. Уменьшение, а чаще всего отсутствие механической нагрузки на суставы стопы и её подошвенную поверхность в положении сидя приводит к снижению тонуса мышц голени и стоп. Длительное положение сидя на уроках в школе и при выполнении домашних заданий, а также низкая двигательная активность современных детей являются основными факторами риска нарушений формирования стоп. Исходя из этого обучение в положении стоя создаёт условия для профилактики деформаций стоп у детей. Допустимая продолжительность обучения стоя была обоснована в исследованиях, посвящённых гигиеническому обоснованию использования новых видов ученической мебели в начальной школе [7].

Новые аспекты настоящего исследования связаны не только с инновационной формой обучения, реализующей режим динамических поз «стоя – сидя», но и новым методологическим подходом, основанным на дифференци-

рованном анализе состояний правой и левой стоп с учётом различных сочетаний асимметричных вариантов.

Цель исследования – оценить состояние стоп и провести дифференцированный анализ асимметрии состояний правой и левой стоп у младших школьников в процессе реализации инновационной формы обучения.

Материалы и методы

Организация исследования соответствовала требованиям Хельсинкской декларации (в редакции 2013 г.). В исследовании приняли участие 220 детей (104 мальчика и 116 девочек) 7–9 лет, обучающихся в условиях инновационной формы, реализующей режим динамических поз «стоя – сидя». Образовательная программа для обучающихся начальной школы была традиционной и соответствовала требованиям ФГОС.

Критериями включения детей в исследование был возраст 7–9 лет, обучение в режиме динамических поз и наличие письменного информированного согласия родителей (законных представителей) для участия детей в исследовании; критериями исключения – возраст младше 7 лет и старше 9 лет, обучение в условиях традиционной формы, отсутствие информированного согласия родителей (законных представителей).

Плантаграфические исследования стоп проведены у 220 детей 7–9 лет с помощью копировального оттиска следа Bauerfiend (Германия). Оценивали состояние продольного свода стопы по результатам анализа плантограмм по методу Штритера [8]. Определяли следующие сочетания состояний правой и левой стоп: норма – норма; уплощение – норма; уплощение – уплощение; плоскостопие – норма; плоскостопие – уплощение; плоскостопие – плоскостопие; повышенный свод – норма; повышенный свод – уплощение; повышенный свод – повышенный свод; полая стопа – повышенный свод; полая стопа – полая стопа.

При анализе сочетаний состояний правой и левой стоп не учитывали латеральность. Например, сочетание «норма – уплощение» означает, что одна стопа имеет нормальное состояние, другая – уплощённое. Важно было установить вид сочетания. Латеральность также важна, но это требует другого подхода к представлению результатов и их анализу.

Накопление, корректировку, систематизацию информации и визуализацию полученных результатов осуществляли в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2010. Материалы исследования статистически обрабатывали с использованием методов непараметрического анализа. Статистический анализ проводили с использованием пакета программ SPSS Statistics 19.0. Данные описывали с указанием процентных долей. Сравнивали различные сочетания состояний правой и левой стоп у детей 7–9 лет в динамике обучения. Номинальные данные описывали с указанием абсолютных значений, процентных долей и границ 95%-го доверительного интервала, рассчитанного методом Уилсона с помощью калькулятора <http://vassarstats.net>. Сравнение данных двух связанных совокупностей проводили при помощи критерия Мак-Немара. Результаты рассматривали как статистически значимые при $p \leq 0,05$.

Расчёт размера выборки проводился по методике Отдельновой К.А. [9].

Результаты

Результаты плантографических исследований состояний стоп с учётом различных их сочетаний у детей 7–9 лет представлены в табл. 1.

В соответствии с полученными данными симметричные (двусторонние) сочетания состояний стоп выявлены у 64,1% детей; асимметричные (односторонние) – у 35,9%. Соотношение сочетаний симметричных и асимметричных состояний близко к 2 : 1.

Наиболее распространённым среди симметричных форм было сочетание «норма – норма» (28,6%), далее следует

Таблица 1 / Table 1

Распространённость различных сочетаний состояний стоп у детей 7–9 лет

Prevalence of various combinations of foot conditions in 7–9 year children

Сочетания состояний стоп Feet states combinations	Абс. Abs	%
Норма – норма Norm – norm	63	28.6 [22.7–34.6]*
Уплощение – норма Flattening – norm	29	13.2 [8.7–17.7]
Уплощение – уплощение Flattening – flattening	38	17.3 [12.3–22.3]
Плоскостопие – норма Flat foot – norm	4	1.8 [0.1–3.6]
Плоскостопие – уплощение Flat foot – flattening	20	9.1 [5.3–12.9]
Плоскостопие – плоскостопие Flat foot – flat foot	29	13.2 [8.7–17.7]
Повышенный свод – норма Increased arch – norm	22	10.0 [6.0–14.0]
Повышенный свод – повышенный свод Increased arch – increased arch	9	4.1 [1.5–6.7]
Повышенный свод – уплощение Increased arch – flattening	1	0.4 [–0.4–1.3]
Полая стопа – повышенный свод Cavus foot – increased arch	3	1.4 [–0.2–2.9]
Полая стопа – полая стопа Cavus foot – cavus foot	2	0.9 [–0.3–2.2]

Примечание. Здесь и в табл. 2: * – доверительный интервал при уровне вероятности 95%.

Note. Here and in Table. 2: * – confidence interval at a probability level of 95%.

«уплощение – уплощение» (17,3%), «плоскостопие – плоскостопие» (13,2%) и «повышенный свод – повышенный свод» (4,1%). Сочетание «полая стопа – полая стопа» выявлено было у двух детей (0,9%).

По результатам профилактических медицинских осмотров показатели распространённости плоскостопия выше, поскольку дифференцированную оценку состояния стоп с учётом их асимметрии не проводили. Заключение формируется по более выраженному отклонению состояния стопы от нормального. Учитывая это, в группу детей с плоскостопием включаются дети с состояниями «плоскостопие – норма», «плоскостопие – уплощение». Распространённость плоскостопия у детей, по данным настоящего исследования, составляет 24,1%, что соответствует литературным данным [10–12].

Среди асимметричных состояний наиболее распространённым является сочетание «уплощение – норма» (13,2%), далее следуют «повышенный свод – норма» (10%) и «плоскостопие – уплощение» (9,1%). Отмечались также сочетания «плоскостопие – норма» (1,8%) и «полая стопа – повышенный свод» (1,4%).

Одностороннее плоскостопие и односторонний повышенный свод, несмотря на разнонаправленность изменений свода стопы, оказывают одинаковое негативное влияние на состояние осанки за счёт перекоса таза во фронтальной плоскости.

Известно, что физиологические закономерности роста и развития во многом обусловлены половым диморфизмом [13, 14]. Исходя из этого проведён анализ состояния стоп с учётом распространённости их симметричных и асимметричных состояний дифференцированно в зависимости от пола (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Доля детей 7–9 лет с различным состоянием стоп в зависимости от пола
Gender percentage of 7–9 year students with different feet conditions

Состояния стоп Feet states		Мальчики / Boys n = 104		Девочки / Girls n = 116	
		абс. / abs	%	абс. / abs	%
Норма – норма	Norm – norm	25	24.0 [15.8–32.3]*	38	32.7 [24.2–41.3]
Уплотнение – норма	Flattening – norm	15	14.4 [7.7–21.2]	14	12.1 [6.1–18.0]
Уплотнение – уплотнение	Flattening – flattening	22	21.2 [13.3–29.0]	16	13.8 [7.5–20.1]
Плоскостопие – норма	Flat foot – norm	4	3.8 [0.2–7.5]	0	0.0
Плоскостопие – уплотнение	Flat foot – flattening	11	10.6 [4.7–16.5]	9	7.8 [2.9–12.6]
Плоскостопие – плоскостопие	Flat foot – flat foot	17	16.3 [9.2–23.5]	12	10.3 [4.8–15.9]
Повышенный свод – норма	Increased arch – norm	7	6.7 [1.9–11.5]	15	12.9.8–19.0] [6
Повышенный свод – повышенный свод	Increased arch – increased arch	1	1.0 [–0.9–2.8]	8	6.9 [2.3–11.5]
Повышенный свод – уплотнение	Increased arch – flattening	0	0.0	1	0.9 [–0.8–2.5]
Полая стопа – повышенный свод	Cavus foot – increased arch	0	0.0	3	2.6 [–0.3–5.5]
Полая стопа – полая стопа	Cavus foot – cavus foot	2	1.9 [–0.7–4.6]	0	0.0

Таблица 3 / Table 3

Изменение состояния правой и левой стоп у детей в процессе обучения в режиме динамических поз с 1-го по 3-й класс
Changing the state of the right and left feet in children in the process of learning in dynamic poses mode from 1st to 3rd grade

Состояния стоп Feet states		Правая стопа / Right foot					Левая стопа / Left foot				
		1-й класс / 1 st grade		3-й класс / 3 rd grade		$\chi^2; p$ df = 2	1-й класс / 1 st grade		3-й класс / 3 rd grade		$\chi^2; p$ df = 2
		абс. / abs	%	абс. / abs	%		абс. / abs	%	абс. / abs	%	
Норма	Norm	18	42.9	20	47.6	0.36; 0.547	13	31.0	16	38.1	3.76; 0.053
Уплотнение	Flattening	7	16.7	11	26.2	12.52; 0.000	8	19.0	14	33.3	8.33; 0.004
Плоскостопие	Flat foot	9	21.4	9	21.4	–	10	23.8	11	26.2	10.26; 0.002
Повышенный свод	Increased arch	7	16.7	2	4.8	29.43; 0.000	11	26.2	1	2.4	28.13; 0.000
Полая стопа	Cavus foot	1	2.4	0	0.0	40.01; 0.000	0	0.0	0	0.0	–

Интересные научные данные получены при сравнительном анализе распространённости симметричных и асимметричных состояний стоп в динамике обучения с 1-го по 3-й класс. Особенность исследования состояла в том, что обучение осуществлялось в режиме динамических поз «стоя – сидя» [15]. В положении стоя возрастает механическая нагрузка на суставы нижних конечностей, в том числе на суставы стоп. Данная модель организации обучения представляет интерес для исследователей, поскольку изначально при разработке предполагалось, что одним из положительных эффектов её реализации будет профилактика плоскостопия за счёт повышения тонуса мышц стопы и голени в процессе обучения в положении стоя [16].

В связи с этим проведён индивидуальный дифференцированный анализ состояния правой и левой стоп у 42 детей в процессе их обучения с 1-го по 3-й класс в режиме динамических поз (табл. 3).

Сравнительный анализ частоты встречаемости различных состояний правой и левой стоп позволил установить низкий уровень распространённости нормального свода стоп. При этом на уровне тенденции нормальный свод правой стопы отмечался чаще, чем левой: в 42,9–47,6 и 31–38,1% случаев соответственно. Частота встречаемости уплощения правой стопы увеличилась в динамике обучения в 1,6 раза, левой стопы – в 1,8 раза, плоскостопия – не изменилась. В динамике обучения частота встречаемости повышенного свода правой стопы снизилась в 3,5 раза, левой – в 11 раз.

В процессе исследования выявлены особенности состояния правой и левой стоп детей как на начальном этапе наблюдения в 1-м классе, так и в процессе обучения в режиме динамических поз с 1-го по 3-й класс. Наиболее выраженные положительные изменения характерны для состояния левой стопы.

Обсуждение

По данным официальной статистики, а также научных исследований, нарушения и заболевания костно-мышечной системы (КМС) являются одними из наиболее распространённых в структуре общей заболеваемости детей 7–10 лет [17, 18]. В структуре морфофункциональных нарушений КМС, независимо от возраста детей, преобладают сколиотическая осанка и уплощение стоп, в структуре хронических болезней – сколиоз и плоскостопие. За период с 1980 по 2005 г. распространённость плоскостопия и сколиоза среди детей 7–10 лет возросла в 22,4 раза [19]. Уплотнение стоп в структуре функциональных нарушений и заболеваний КМС составляет 21,6%, плоскостопие – 11%. С возрастом распространённость функциональных нарушений снижается, а заболеваний – увеличивается. Уплотнение стоп у младших школьников составляет 23,4%, у старших школьников – 16%; плоскостопие – 7,7 и 14,2% соответственно.

Приведённые данные свидетельствуют об актуальности научных исследований состояний стоп у детей и подростков [20–23]. В официальной статистике и научных исследованиях не учитываются особенности билатеральной асимметрии состояния правой и левой стоп. Между тем, как показывают результаты данного исследования, асимметричные состояния стоп выявлялись более чем у трети детей (35,9%).

Выявление асимметричных форм состояний сводов стоп у детей имеет профилактическое значение. С одной стороны, асимметрия сводов правой и левой стоп является фактором, способствующим перекосу таза во фронтальной плоскости и формированию асимметричной (сколиотической) осанки у детей. Исходя из этого, профилактическая тактика пред-

упреждения нарушений осанки должна быть изменена. Приоритетным является устранение асимметрии высоты сводов правой и левой стоп.

С другой стороны, асимметрия высоты свода правой и левой стоп способствует ротации коленных суставов, таза, верхнего плечевого пояса, а также скручиванию туловища, что формирует нарушения осанки и деформации позвоночника в горизонтальной плоскости. Данные нарушения практически не выявляются врачами визуально при профилактических медицинских осмотрах детей, поскольку это требует определённых практических навыков. Вместе с тем асимметрия состояния стоп может служить косвенным критерием возможного нарушения осанки в горизонтальной плоскости, а также нарушений биомеханики суставов нижних конечностей и должна настораживать врачей с точки зрения неблагоприятного прогноза формирования нарушений осанки и деформаций позвоночника.

Дети с асимметричными состояниями стоп должны быть включены в группу риска, учитывающую не только вид нарушения или деформации, но и характер асимметрии.

Более точное выявление нарушений осанки и деформаций позвоночника возможно в настоящее время благодаря использованию компьютерно-оптических диагностических технологий [24].

Изучению влияния состояния симметричного и асимметричного состояния стоп на распределение подошвенного давления, положение таза, позвоночника и плечевого пояса посвящены исследования ряда авторов [25, 26]. Установлено, что увеличение свода стопы вызывало изменения в распределении нагрузок на правую и левую стопы в целом, а также на передний их отдел. Асимметрично повышенный свод приводил к асимметрии нагрузки на плантарную поверхность стоп и к увеличению высоты плечевого пояса. Авторы указывают, что любое изменение свода стопы может влиять на состояние осанки и позвоночника, и обосновывают использование соответствующих корригирующих упражнений для предотвращения перегрузки передней части стопы и изменения положения тела.

Выдвинута гипотеза, что повышенный свод только одной стопы может повлиять на позвоночник, положение таза и надплечий иначе, чем в случае симметричного повышенного свода обеих стоп. Углублённый анализ асимметрии свода стопы может способствовать более обоснованной коррекции и лечению костно-мышечной дисфункции.

При исследовании функциональной асимметрии нижних конечностей установлено, что асимметрия длины конечностей может быть связана со значениями высоты продольного свода стоп [27].

Исследование в динамике с 1-го по 9-й класс функциональных показателей стоп у детей со сколиозом позволило выявить, что рост переднего отдела левой стопы опережает темпы роста этого же отдела правой стопы. Общая площадь подошвенной поверхности правой стопы у детей больше, чем левой стопы [28].

В отдельных работах авторами указывается, что асимметричный диапазон движений в суставах может привести к изменениям длины мышц и сухожилий, а также их функций [29].

Имеются данные о влиянии состояния стоп на суставы нижних конечностей, положение таза и нижних отделов позвоночника [30, 31].

Результаты настоящего исследования определяют направления дальнейших исследований, связанных с анализом взаимосвязи состояния стоп с состоянием осанки, статическим и динамическим равновесием у детей, в том числе для оценки влияния различных внешних факторов на характер этих взаимосвязей, в первую очередь факторов образовательной среды, инновационных форм обучения, организации и содержания физического воспитания в образовательных организациях. Актуальным направлением дальнейших исследований является изучение влияния малоподвижного, сидячего образа жизни современных детей и подростков на развитие их стоп с целью установления механизмов формирования негативных эффектов и научного обоснования методов и средств профилактики нарушений и деформаций стоп у детей в процессе их роста и развития.

Заключение

Проведённые плантографические исследования позволили дифференцированно оценить состояние стоп у детей 7–9 лет в зависимости от симметричного двустороннего или асимметричного одностороннего состояния и выявить особенности распространённости нарушений и деформаций стоп у детей с учётом латеральности.

В процессе обучения с 1-го по 3-й класс в режиме динамических поз «стоя – сидя» положительная динамика состояний стоп у детей отмечалась в 1,8 раза чаще, чем отрицательная. Выявлены особенности динамики состояния стоп с учётом их асимметрии. Частота встречаемости плоскостопия не изменилась, уплощения правой стопы увеличилась в динамике обучения в 1,6 раза, левой стопы – в 1,8 раза. Частота встречаемости повышенного свода правой стопы снизилась в 3,5 раза, левой – в 11 раз.

Выявленные у детей особенности состояний стоп с учётом асимметрии имеют важное прогностическое значение для предупреждения нарушений осанки и деформаций позвоночника. Данные необходимо учитывать в процессе анализа результатов плантографических исследований при проведении медицинских профилактических осмотров детского населения, а также при обосновании профилактических мероприятий по снижению рисков формирования нарушений и заболеваний костно-мышечной системы у детей, в том числе в процессе обучения в образовательных организациях.

Возможно, одна из причин асимметричного состояния стоп связана с особенностями функциональной асимметрии роста нижних конечностей в соответствии с общими закономерностями роста и развития детского организма. Это предположение с учётом функциональной значимости (опорность, доминирование) требует проверки рабочей гипотезы о гетерохронности роста нижних конечностей и формировании сводов стоп и проведения дальнейших научных исследований.

Литература

(п.п. 11, 12, 25–27, 29–31 см. References)

1. Пономарева И.П., Дьякова Е.М., Сотников К.А., Крылов Д.В., Вашенко В.А. Анатомо-физиологические особенности стопы и причины развития ее возрастных изменений. *Фундаментальные исследования*. 2014; (7–4): 776–80.
2. Храмов П.И. Биомеханические факторы риска образовательного процесса и обоснование основных направлений профилактики их негативного воздействия на организм обучающихся. В кн.: Ниткин Д.М., ред. *Здоровьесбережение детей: проблемы, перспективы решения и потенциал реализации. Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием*. Минск; 2018: 280–6.
3. Кучма В.Р. Риск здоровью обучающихся в современной российской школе. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (4): 11–9.
4. Кучма В.Р. Российская модель охраны здоровья обучающихся в образовательных организациях. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (4): 4–10.
5. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. *Функциональные асимметрии человека*. М.: Медицина; 1988.
6. Игнатова Ю.П., Макарова И.И., Зенина О.Ю., Аксенова А.В. Современные аспекты изучения функциональной межполушарной асимметрии мозга (обзор литературы). *Экология человека*. 2016; (9): 30–9. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-9-30-39>
7. Храмов П.И., Молдованов В.В., Сотникова Е.Н., Строкина А.Н. Гигиенические требования к размерам учебной мебели для младших школьников. *Гигиена и санитария*. 2009; 88(6): 62–4.
8. Штригер В.А. Новый метод оценки плантограмм. *Новый хирургический архив*. 1930; (1): 34–8.

9. Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Методы определения минимально необходимого объема выборки в медицинских исследованиях. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2019; (6): 10. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-6-10>
10. Чекалова Н.Г., Чекалова С.А., Силкин Ю.Р. Состояние костно-мышечной системы у детей и подростков 7–18 лет в зависимости от пола на разных ступенях обучения. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (1): 33–40.
13. Моргачев О.В. Особенности роста и развития младших школьников с позиций полового диморфизма (научный обзор). Сообщение I. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2017; (2): 11–6.
14. Моргачев О.В. Особенности роста и развития младших школьников с позиций полового диморфизма (научный обзор). Сообщение II. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2018; (4): 19–31.
15. Храмов П.И., Березина Н.О. Состояние здоровья младших школьников, обучающихся в режиме динамических поз. *Здоровье населения и среда обитания*. 2020; (4): 18–23. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-325-4-18-23>
16. Базарный В.Ф. *Здоровье и развитие ребенка: экспресс-контроль в школе и дома. Практическое пособие*. М.: Аркти; 2005.
17. *Здравоохранение в России. 2019: Статистический сборник*. М.: Росстат; 2019.
18. Рапопорт И.К., Сухарева Л.М. Одиннадцатилетнее лонгитудинальное наблюдение: распространенность и течение функциональных отклонений и хронических болезней у московских школьников. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2019; (1): 19–27.
19. Чекалова Н.Г., Чекалова С.А., Леонов А.В., Богомолова Е.С., Козинцев А.А. Динамика состояния костно-мышечной системы школьников крупного промышленного центра. *Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова*. 2009; (4): 125–8.
20. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Храмов П.И., Рапопорт И.К., Звездина И.В., Соколова С.Б. Современная модель организации медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях. В кн.: Кучма В.Р., ред. *Руководство по гигиене детей и подростков, медицинскому обеспечению обучающихся в образовательных организациях*. М.; 2016: 9–28.
21. Диагностика, профилактика и оздоровление учащихся с нарушениями и заболеваниями костно-мышечной системы. В кн.: Кучма В.Р., Храмов П.И., ред. *Руководство по диагностике и профилактике школьно-обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях*. М.; 2012: 10–7.
22. Храмов П.И. Эффективность профилактики и коррекции нарушений функционального состояния костно-мышечной системы у младших школьников в процессе физического воспитания. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (8): 44–5. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-293-8-44-45>
23. Храмов П.И. Концептуальные и методические основы диагностики и профилактики нарушений и заболеваний костно-мышечной системы у детей в условиях образовательных организаций. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2019; (1): 49–57.
24. Сарнадский В.Н. Половозрастные особенности нарушений осанки в сагиттальной плоскости у детей и подростков по данным компьютерной оптической топографии. *Хирургия позвоночника*. 2012; (2): 50–62. <https://doi.org/10.14531/ss2012.2.50-62>
28. Гавриков А.И., Перепелкин А.И., Краушкин С.И., Калужский Н.С., Бабайцева К.В. Оценка морфофункционального состояния стопы у детей со сколиозом. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2005; 2(14): 5–8.

References

1. Ponomareva I.P., Dyakova E.M., Sotnikov K.A., Krylov D.V., Vashchenko V.A. Anatomical and physiological characteristics of the foot and the causes of its age-related changes. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; (7–4): 776–80. (in Russian)
2. Khramtsov P.I. Biomechanical risk factors of the educational process and substantiation of the main directions of prevention of their negative impact on the body of students. In: Nitkin D.M., ed. *Children's Health: Problems, Prospects for Solving and Potential for Implementation. Collection of Materials of the Republican Scientific-Practical Conference with International Participation [Zdorov'esberezhzhenie detey: problemy, perspektivy resheniya i potentsial realizatsii. Sbornik materialov Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*, Minsk; 2018: 280–6. (in Russian)
3. Kuchma V.R. Risk to the health of students in Russian school. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (4): 11–9. (in Russian)
4. Kuchma V.R. Russian model of health care for students in education institutions. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (4): 4–10. (in Russian)
5. Bragina N.N., Dobrokhotova T.A. *Functional Asymmetry of Human [Funktional'nye asimmetrii cheloveka]*. Moscow: Meditsina; 1988. (in Russian)
6. Ignatova Yu.P., Makarova I.I., Zenina O.Yu., Aksenova A.V. Current aspects of functional hemispheric asymmetry studying (literature review). *Ekologiya cheloveka*. 2016; (9): 30–9. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-9-30-39> (in Russian)
7. Khramtsov P.I., Moldovanov V.V., Sotnikova E.N., Strokina A.N. Hygienic requirements for the sizes of furniture for junior pupils. *Gigiya i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2009; 88(6): 62–4. (in Russian)
8. Shtriter V.A. A new method for evaluating plantograms. *Novyy khirurgicheskiy arkhiv*. 1930; (1): 34–8. (in Russian)
9. Narkevich A.N., Vinogradov K.A. Methods for determining the minimum required sample size in medical research. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2019; (6): 10. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-6-10> (in Russian)
10. Chekalova N.G., Chekalova S.A., Silkin Yu.R. Features of states of the musculoskeletal system in children and adolescents of 7–18 years depending on gender. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (1): 33–40. (in Russian)
11. Chang J.H., Wang S.H., Kuo C.L., Shen H.C., Hong Y.W., Lin L.C. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *Eur. J. Pediatr*. 2010; 169: 447–52. <https://doi.org/10.1007/s00431-009-1050-9>
12. Evans A.M. The pediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7–10 years. *J. Foot Ankle. Res*. 2011; 4(1): 12. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-4-12>
13. Morgachev O.V. Characteristics of growth and development of junior schoolchildren from the standpoint of sexual dimorphism (scientific review). Report I. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2017; (2): 11–6. (in Russian)
14. Morgachev O.V. Characteristics of growth and development of junior schoolchildren from the standpoint of sexual dimorphism (scientific review). Report II. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2018; (4): 19–31. (in Russian)
15. Khramtsov P.I., Berезина N.O. Health status of primary school children studying in dynamic postures. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020; (4): 18–23. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-325-4-18-23> (in Russian)
16. Bazarny V.F. *Child Health and Development: Express Control at School and at Home. Practical Guide [Zdorov'e i razvitiye rebenka: ekspress-kontrol' v shkole i doma. Prakticheskoe posobie]*. Moscow: Arkti; 2005. (in Russian)
17. *Healthcare in Russia. 2019: Statistical Collection [Zdravookhranenie v Rossii. 2019: Statisticheskiy sbornik]*, Moscow: Rosstat; 2019. (in Russian)
18. Rapoport I.K., Sukhareva L.M. Eleven-year longitudinal observation: the prevalence and course of functional disorders and chronic disease among Moscow schoolchildren. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2019; (1): 19–27. (in Russian)
19. Chekalova N.G., Chekalova S.A., Leonov A.V., Bogomolova E.S., Kozinets A.A. Dynamics of bone-muscular system of schoolchildren of a large industrial centre. *Vestnik Sankt-Peterburgskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii im. I.I. Mechnikova*. 2009; (4): 125–8. (in Russian)
20. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Khramtsov P.I., Rapoport I.K., Zvezdina I.V., Sokolova S.B. The modern model of the organization of medical care for students in educational institutions. In: *Guidelines on Hygiene of Children and Adolescents, Medical Support for Students in Educational Organizations [Rukovodstvo po gigiyene detey i podrostkov, meditsinskomu obespecheniyu obuchayushchikhsya v obrazovatel'nykh organizatsiyakh]*. Moscow; 2016: 9–28. (in Russian)
21. Diagnosis, prevention and rehabilitation of students with disorders and diseases of the musculoskeletal system. In: Kuchma V.R., Khramtsov P.I., ed. *Guidelines for the Diagnosis and Prevention of School-Caused Diseases, the Health of Children in Educational Institutions [Rukovodstvo po diagnostike i profilaktike shkol'no-obuslovlennykh zabolevaniy, ozdorovleniyu detey v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh]*. Moscow; 2012: 10–7. (in Russian)
22. Khramtsov P.I. The effectiveness of the prevention and correction of violations of the functional state of the musculoskeletal system from junior schoolchildren in physical education. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; 8(293): 44–5. (in Russian)
23. Khramtsov P.I. Conceptual and methodological bases of diagnostics and prevention of disorders and diseases of the musculoskeletal system in children in educational institutions. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2019; (1): 49–57. (in Russian)
24. Samadskiy V.N. Gender and age features of postural disorders in the sagittal plane in children and adolescents on evidence of computer optical topography. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2012; (2): 50–62. <https://doi.org/10.14531/ss2012.2.50-62> (in Russian)
25. Woźniacka R., Oleksy Ł., Jankowicz-Szymańska A., Mika A., Kielnar R., Stolarczyk A. The association between high-arched feet, plantar pressure distribution and body posture in young women. *Sci. Rep*. 2019; 9(1): 17187. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53459-w>
26. Yamamoto T., Hoshino Y., Kanzaki N., Nukoto K., Yamashita T., Ibaraki K., et al. Plantar pressure sensors indicate women to have a significantly higher peak pressure on the hallux, toes, forefoot, and medial of the foot compared to men. *J. Foot Ankle. Res*. 2020; 13(1): 40. <https://doi.org/10.1186/s13047-020-00410-2>
27. Zhao X., Tsujimoto T., Kim B., Katayama Y., Tanaka K. Characteristics of foot morphology and their relationship to gender, age, body mass index and bilateral asymmetry in Japanese adults. *J. Back Musculoskelet. Rehabil*. 2017; 30(3): 527–35. <https://doi.org/10.3233/bmr-150501>
28. Gavrikov A.I., Perpelkin A.I., Kravushkin S.I., Kaluzhskiy, N.S., Babaytseva K.V. Evaluation of morphofunctional state of feet in scoliotic children. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2005; 2(14): 5–8. (in Russian)
29. Bendová P., Růžicka P., Peterová V., Fricová M., Springrová I. MRI-based registration of pelvic alignment affected by altered pelvic floor muscle characteristics. *Clin. Biomech*. 2007; 22(9): 980–87. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.07.003>
30. Betsch M., Schneppendahl J., Dor L., Jungbluth P., Grassmann J.P., Windolf J., et al. Influence of foot position on the spine and pelvis. *Arthritis Care. Res*. 2011; 63(12): 1758–65. <https://doi.org/10.1002/acr.20601>
31. Resende R.A., Deluzio K.J., Kirkwood R.N., Hassan E.A. Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. *Gait Posture*. 2015; 41(2): 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.10.025>