



Читать  
онлайн  
Read  
online

Маклакова О.А.<sup>1,2</sup>, Вандышева А.Ю.<sup>1</sup>, Штина И.Е.<sup>1</sup>, Валина С.Л.<sup>1</sup>

## Особенности формирования нарушений осанки у детей в период школьного обучения

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь, Россия

**Введение.** В структуре школьной заболеваемости патология опорно-двигательного аппарата стабильно занимает ведущие позиции.

**Цель исследования** – изучение особенностей развития нарушений осанки у школьников в разные периоды школьного образования.

**Материалы и методы.** Проведено клиническое обследование 72 младших школьников (средний возраст 8,19 ± 0,32 года), 87 учащихся основной школы (12,94 ± 0,24 года), 54 старшеклассников (16,65 ± 0,21 года). Состояние костно-мышечной системы оценивалось по данным врачебного осмотра, результатам лабораторной (фосфорно-кальциевый обмен) и функциональной диагностики (метод КОМОТ, ультразвуковая остеоденситометрия, биоимпедансный анализ состава тела).

**Результаты.** Патология опорно-двигательного аппарата встречалась у 77–83,3% школьников и проявлялась у каждого второго ученика начальной и основной школы деформирующей дорсопатией, а у каждого второго старшеклассника – сколиозом, при этом вероятность развития сколиоза в старших классах была выше до 5,9 раза. У младших школьников преимущественно развивались ротированная осанка (28,4%) и вогнутая спина (11,1%), сопровождающиеся снижением фазового угла, доли активной мышечной массы и развитием остеопении в ¼ случаев. В средних классах у 16,1–26,1% детей встречались ротированная осанка, круглая, сутулая спина, у 57,9% школьников было выявлено снижение ионизированного кальция в крови, у 28% – развитие остеопении и снижение доли тощей массы. У старшеклассников развитие сколиоза (51,9%) и кругло-вогнутой спины (24,1%) сопровождалось снижением содержания фосфора, щелочной фосфатазы, развитием выраженной остеопении (18,4% случаев) и уменьшением доли минеральной массы. Вероятность формирования трёхплоскостных нарушений осанки у подростков выпускных классов выше до 3,3 раза.

**Ограничения исследования.** Результаты исследований могут быть экстраполированы только на популяцию детей обоих полов в возрасте 7–17 лет. **Заключение.** Выявленные особенности развития нарушений осанки у детей могут быть использованы при реализации здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях, для усовершенствования гигиенических и учебно-организационных подходов к условиям школьного обучения.

**Ключевые слова:** школьники; нарушения осанки; сколиоз; компьютерная оптическая топография; денситометрия; биоимпедансное исследование

**Соблюдение этических стандартов.** Скрининговое исследование проводилось после получения письменного добровольного информированного согласия законных представителей детей и в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (с изменениями и дополнениями 2008 г.), Национальным стандартом РФ ГОСТ Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP), одобрено Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» (протокол № 2, 2016 г.).

**Для цитирования:** Маклакова О.А., Вандышева А.Ю., Штина И.Е., Валина С.Л. Особенности формирования нарушений осанки у детей в период школьного обучения. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(6): 655–661. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-6-655-661> <https://elibrary.ru/ltihfl>

**Для корреспонденции:** Маклакова Ольга Анатольевна, доктор мед. наук, зав. консультативно-поликлиническим отделением ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь, Россия. E-mail: [olga\\_mcl@fcrisk.ru](mailto:olga_mcl@fcrisk.ru)

**Участие авторов:** Маклакова О.А. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Вандышева А.Ю. – сбор и обработка материала, написание текста; Штина И.Е. – сбор и обработка материала, редактирование, ответственность за целостность всех частей статьи; Валина С.Л. – редактирование, 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 не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 11.04.2022 / Принята к печати: 08.06.2022 / Опубликована: 30.06.2022

Olga A. Maklakova<sup>1,2</sup>, Aleksandra Yu. Vandyшева<sup>1</sup>, Irina E. Shtina<sup>1</sup>, Svetlana L. Valina<sup>1</sup>

## Development of postural disorders in schoolchildren

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

<sup>2</sup>Perm State University, Perm, 614990, Russian Federation

**Introduction.** Pathologies of the musculoskeletal system have been occupying the leading place in morbidity among schoolchildren for a long time.

**Our research aim** was to examine peculiarities of developing postural disorders in schoolchildren from different age groups.

**Materials and methods.** We examined seventy two primary schoolchildren (their average age was 8.19±0.32 years); 87 middle schoolchildren (12.94±0.24 years); and 54 senior schoolchildren (16.65±0.21 years). These test groups were comparable for gender and social background. The health of the musculoskeletal system was assessed on the base on data of a medical examination and results by laboratory tests (phosphor-calcium metabolism); postural disorders were examined as per surfaces with a computer optical topographer; bone mineral density was determined by ultrasound osteodensitometry; body composition was assessed with bioimpedance analysis (BIA).

**Results.** Pathologies of the musculoskeletal system were detected in 77–83.3% schoolchildren. Each second child in primary and middle school had deforming dorsopathy and each second senior school student had scoliosis. We established a probability of developing scoliosis to be by 5.9 times higher in senior school. Children in primary school predominantly had twisting postural disorders (28.4%) and swayback (11.1%) accompanied with the lower phase angle, a lower share of active muscle mass detected with BIA and osteopenia developing in ¼ cases. 16.1–26.1% of middle schoolchildren had twisting postural disorders and kyphosis, 57.9% children in this age group had lower contents of ionized calcium in blood, 28% had osteopenia and a decrease in fat-free mass detected with BIA. Scoliosis in senior schoolchildren (51.9%) and kyphotic-lordotic back (24.1%) were accompanied with lower contents of phosphor and alkaline phosphatase, developing apparent osteopenia (18.4%) and lower mineral mass. We established the probability of postural disorders developing in three surfaces to be 3.3 times higher among teenagers in senior school.

**Limitations.** The results of the studies can only be extrapolated to the population of 7–17 years children of both genders.

**Conclusion.** We revealed certain peculiarities of developing postural disorders in schoolchildren. They can be used in implementing health-preserving technologies in schools as well as in developing new hygienic and organizational approaches to the conditions of the educational process in schools.

**Keywords:** schoolchildren; postural disorders; scoliosis; computer optical topography; densitometry; bioimpedance analysis

**Compliance with ethical standards.** The screening study was conducted after obtaining written voluntary informed consent from the legal representatives of children and in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki (as amended in 2008), the National Standard of the Russian Federation GOST R 52379-2005 “Good Clinical Practice” (ICH E6 GCP), approved by Ethics Committee of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (protocol No. 2, 2016).

**For citation:** Maklakova O.A., Vandyshva A.Yu., Shtina I.E., Valina S.L. Features of the formation of posture disorders in children during schooling. *Gigiya i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(6): 655–661. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-6-655-661> <https://elibrary.ru/ltihfl> (in Russian)

**For correspondence:** Olga A. Maklakova, MD, PhD, DSci., Head of the Department of Consultative and Outpatient Department of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation

#### Information about authors:

Maklakova O.A., <https://orcid.org/0000-0001-9574-9353> Vandyshva A.Yu., <https://orcid.org/0000-0003-4180-9394>  
Shtina I.E., <https://orcid.org/0000-0002-5017-8232> Valina S.L., <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>

**Contribution:** Maklakova O.A. – the concept and design of the study, writing the text, editing, approval of the final version of the article; Vandyshva A.Yu. – collection and processing of material, writing the text. Shtina I.E. – collection and processing of material, editing; Valina S.L. – editing. 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 study had no sponsorship.

Received: April 11, 2022 / Accepted: June 8, 2022 / Published: June 30, 2022

## Введение

Согласно данным официальной статистики и многочисленных научных исследований, в России за последние два десятилетия отмечается значительное ухудшение состояния здоровья школьников [1–5]. Результаты профилактических осмотров детей и подростков свидетельствуют о высокой распространённости среди них патологии опорно-двигательного аппарата [3, 6–9]. Отмечено, что за период обучения в школе количество детей с нарушениями осанки увеличивается до 2,7 раза [8–12]. Функциональные нарушения и расстройство со стороны позвоночника, возникшие в детском возрасте, повышают риск развития заболеваний костно-мышечной системы, что может способствовать в дальнейшем инвалидизации и раннему прекращению трудовой деятельности [10, 13, 14].

Известно, что школьный возраст является важным в формировании осанки. Развитию нарушений положения позвоночника в этот период способствуют не только наличие у ребёнка наследственных, перинатальных, постнатальных факторов риска, но и комплекс факторов школьной среды [15–17]. На протяжении периода обучения в школе на здоровье детей неблагоприятное влияние оказывают напряжённость образовательного процесса, широкое внедрение информационно-коммуникационных технологий, снижение двигательной активности, нерациональное питание, недостаточная освещённость, несоответствие мебели возрасту, росту ребёнка и другие факторы [3, 6, 18–20]. Искривлению позвоночного столба в младшем школьном возрасте также способствует и перегрузка школьного портфеля учебниками и учебными принадлежностями. Кроме того, быстрая утомляемость детей во время учебного процесса, особенно при слабости мышц, удерживающих вертикальное положение тела, приводит к закреплению неправильной позы [10, 16, 18, 20].

В детском возрасте на фоне высоких темпов роста скелета происходит накопление пиковой костной массы, максимально выраженное в период полового созревания. Практически у каждого третьего ребёнка имеется снижение минеральной плотности кости, которое может способствовать не только развитию нарушений осанки, но и формированию дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника в дальнейшем [13, 21, 22]. Следует также отметить, что функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата оказывают негативное влияние на деятельность кардиореспираторной системы, органов брюшной полости, а снижение демпфирующей функции позвоночника способствует развитию вегетососудистой дистонии и когнитивных нарушений у детей [10].

Таким образом, изучение особенностей формирования патологии опорно-двигательного аппарата у школьников остаётся актуальным для своевременного выявления у них нарушений позвоночника и проведения профилактических мероприятий по снижению прогрессирования заболеваний костно-мышечной системы.

**Цель исследования** – изучить особенности развития нарушений осанки у школьников в разные периоды школьного образования.

## Материалы и методы

Для изучения особенностей нарушений осанки у школьников проведено клиническое обследование 213 детей (61,03% мальчиков и 38,97% девочек), обучающихся в общеобразовательных школах Пермского края. Число обследованных младших школьников – 72 (средний возраст  $8,19 \pm 0,32$  года), учащихся основной школы – 87 (средний возраст  $12,94 \pm 0,24$  года), старшекласников – 54 (средний возраст  $16,65 \pm 0,21$  года). Группы исследования были сопоставимы по социальным показателям и гендерному признаку ( $p = 0,493–0,786$ ). В исследование были включены школьники 7–17 лет, имеющие I–III группы здоровья по данным профилактических осмотров в общеобразовательных учебных учреждениях. Критериями исключения служили данные о наличии острого инфекционного заболевания, обострения хронического заболевания, психических расстройств, наследственных и врождённых заболеваний опорно-двигательного аппарата. Объём выборки, сформированной произвольным способом, соответствовал пилотному исследованию согласно методике К.А. Отделной [23].

Для изучения учебной нагрузки у обследованных школьников выполнена гигиеническая оценка режима образовательного процесса (расписание уроков одной типовой рабочей недели) по параметрам соответствия санитарным требованиям<sup>1,2</sup>.

Скрининговое исследование проводилось после получения письменного добровольного информированного согласия законных представителей детей, в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (с изменениями и дополнениями 2008 г.), Национальным стандартом РФ ГОСТ Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая прак-

<sup>1</sup> СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

<sup>2</sup> СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

тика» (ICH E6 GCP) и было одобрено Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» (протокол № 2, 2016 г.).

Клиническое обследование включало медико-социальное анкетирование, осмотр врачами-специалистами (педиатр, врач лечебной физкультуры) с анализом медицинской карты ребёнка для образовательных учреждений (форма № 026/у-2000), лабораторную диагностику (общеклинический и биохимический анализы крови). Исследования выполнены по стандартным методикам, критериями оценки лабораторных показателей служили возрастные физиологические нормативы.

Выявление нарушений осанки по плоскостям проводили с помощью системы «Топограф компьютерный оптический бесконтактный для определения деформации позвоночника ТОДП» (г. Новосибирск) с анализом общего интегрального индекса нарушений форм дорсальной поверхности туловища (РТИ), интегральных индексов нарушений форм дорсальной поверхности туловища для фронтальной (РТИ-F), горизонтальной (РТИ-G) и сагиттальной (РТИ-S) плоскостей (метод КОМОТ).

Определение Z-индекса риска развития остеопороза проведено ультразвуковым остеоденситометром Sunlight Omnisense 7000 P (Sunlight Medical Ltd., Израиль) зондом СМ по стандартной методике на лучевой кости. Вариантом нормы костной плотности считалось отклонение индивидуальных значений от средневозрастных показателей до  $-1$  SD, согласно программам обеспечения.

Для оценки состава тела выполнен биоимпедансный анализ (БИА) по стандартной методике на анализаторе ABC-01 «Медасс» с использованием одноразовых биоадгезивных электродов. Анализировали данные антропометрии (рост, масса тела, окружности талии и бёдер) и параметры электрической проводимости участков тела: фазовый угол (ФУ), жировая масса (ЖМ) и её доля, тощая масса (ТМ) и её доля, активная клеточная масса (АКМ) и её доля, скелетно-мышечная масса (СММ) и её доля, общая вода, основной и удалённый обмен (УОО).

Анализ полученной информации проводили статистическими методами (Statistica 6.0) и с помощью специальных программных продуктов, сопряжённых с приложениями Microsoft Office, разработанных в ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Проведён расчёт отношения шансов (OR) и его 95%-го доверительного интервала (CI), о наличии значимых различий свидетельствовало превышение нижней границы 1. Для установления причинно-следственных связей выполнено математическое моделирование с помощью однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера ( $F$ ) и коэффициенту детерминации ( $R^2$ ). Статистическую значимость различий сравниваемых показателей оценивали по  $t$ -критерию Стьюдента ( $p \leq 0,05$ ).

## Результаты

Гигиеническая оценка учебного расписания показала, что недельная аудиторная нагрузка и количество уроков в течение дня у всех обследованных детей соответствовали санитарным требованиям (п. 3.4.16 СП 2.4.3648-20): в младшей школе она составила 21 ч [21; 22], в средних классах – 30 ч [26; 32], в старшей школе – 37 ч [36; 37]. Следует отметить, что у учащихся средней и старшей школы допускалось проведение двояких уроков по изучению одного предмета и нарушение чередования различных по сложности предметов в течение учебного дня. Оценка трудности учебных предметов показала, что средний объём учебной нагрузки в начальных классах достигал 23,2 балла [22; 25], в классах основного среднего образования – 40,5 балла [24,6; 43,2], в старших классах – 44,5 балла [43,2; 47,3]. Занятия физической культурой проводились в объёме максимально допустимой недельной нагрузки, при этом присутствовали уроки в начале учебного дня перед предметами с письменными заданиями.

Сравнительная оценка данных анкетирования показала, что учреждения дополнительного образования посещали 89,2–78,6% школьников младших и средних классов, что было в 1,4–1,6 раза чаще, чем аналогичный показатель у старшеклассников (55%;  $p = 0,001–0,009$ ). В нескольких учреждениях занимались 43,2% учеников начальной школы, в основной школе таких детей было в 1,4 раза ( $p = 0,08$ ), а в выпускных классах – в 5,8 раза меньше ( $p = 0,0001$ ). Отмечено, что к старшим классам снижалась в 2,2 раза посещаемость не только творческих школ (с 37,8% в начальных классах до 17,5% в старших классах;  $p = 0,046$ ), но и занятий физкультурой и спортом – в 2,1 раза (с 72,9 до 35% соответственно;  $p = 0,001$ ). Практически каждый второй школьник имел физическую активность 2–3 раза в неделю, при этом по 1–2 ч в неделю занимались физкультурой только 13,5% учеников начальных классов, что было в 2–2,7 раза реже старшеклассников и учащихся основной школы (36,6 и 27,4% соответственно;  $p = 0,06–0,02$ ). Кроме того, отмечалось увеличение среднего времени работы за персональным компьютером в неделю с 180 мин [70; 350] в младшем школьном возрасте до 300 мин [75; 460] в старших классах ( $p = 0,78–0,21$ ) и среднего времени просмотра телевизионных передач в неделю с 120 мин [60; 210] в младшем школьном возрасте до 150 мин [60; 240] в старшей школе ( $p = 0,36–0,75$ ).

По данным клинического осмотра, у 77–83,3% обследованных детей выявлена патология опорно-двигательного аппарата ( $p = 0,324–1$ ) с преобладанием деформирующей дорсопатии и плоской стопы. Деформирующая дорсопатия регистрировалась у 48,6% младших школьников и у 42,5% учащихся основной школы, что было в 1,3–1,5 раза чаще, чем у старшеклассников (31,5%;  $p = 0,053–0,191$ ). Частота встречаемости сколиоза увеличилась в 2 раза к средним классам (19,5% случаев против 9,7% случаев в начальной школе;  $p = 0,084$ ) и в 4 раза – к старшим классам (38,9%;  $p = 0,0001$ ). Выявлено, что вероятность развития сколиоза у старшеклассников была выше в 5,9 раза, чем у обучающихся начальных классов (OR = 5,91; CI = 2,28–15,32), и в 2,2 раза выше, чем у учеников основной школы (OR = 2,25; CI = 1,04–4,84).

По данным исследования состояния позвоночника методом КОМОТ, нарушения осанки отсутствовали у 16,7% младших школьников и в единичных случаях – у обучающихся средних и старших классов (5,7 и 5,6% соответственно;  $p = 0,057–0,026$ ).

У каждого второго ученика начальной и основной школы встречались отклонения положения позвоночного столба во фронтальной плоскости, среди старшеклассников таких детей было в 1,3 раза больше ( $p = 0,079–0,04$ ). Установлено, что вероятность развития нарушений осанки во фронтальной плоскости за период обучения к старшим классам увеличивается в 2,2 раза (OR = 2,2; CI = 1,03–4,68). При этом «структуральный» сколиоз выявлен у каждого пятого ребёнка в начальной школе, у каждого четвёртого – в средних классах и у каждого второго старшеклассника ( $p = 0,616–0,0001$ ). Вероятность формирования сколиоза у детей выпускных классов была выше в 3,4–4,1 раза, чем в начальных классах (OR = 4,09; CI = 1,88–8,93) и в основной школе (OR = 3,38; CI = 1,64–6,99). Установлена прямая причинно-следственная связь между величиной недельной учебной нагрузки, временем работы за компьютером и наличием сколиоза у детей ( $R^2 = 0,238–0,432$ ;  $59,984 \leq F \leq 65,492$ ;  $p = 0,0001$ ).

Ротированная осанка в 2,25–2,13 раза значимо чаще отмечалась у школьников начальных и средних классов (28,4 и 26,1% соответственно), чем в старшем звене образования (12,9%;  $p = 0,03–0,041$ ). Выявлено, что вероятность нарушений осанки по вертикальной оси у младших школьников была в 2,8 раза, у учеников основной школы – в 2,6 раза выше, чем у старшеклассников (OR = 2,56–2,76; CI = 1,02–7,09).

Изменения положения позвоночника в сагиттальной проекции встречались у 65,3–74,1% школьников и не имели значимых различий между сравниваемыми группами ( $p = 0,417–0,29$ ). Структура нарушений осанки в этом про-

Таблица 1 / Table 1

**Показатели исследования позвоночника детей методом КОМОТ, Me [25; 75]**  
**Indices of the study of the spine using the COMT method in the examined children, Me [25; 75]**

Показатель Index	Школьники начальных классов Primary school students	Школьники средних классов Middle school students	Школьники старших классов Senior school students	$p^1$	$p^2$	$p^3$
РТИ, у.е. (с.у.)	1.02 [0.88; 1.25]	1.05 [0.89; 1.15]	1.14 [1.02; 1.32]	0.327	0.021	0.0013
РТИ-F, у.е. (с.у.)	0.78 [0.64; 0.99]	0.89 [0.69; 1.09]	1.02 [0.72; 1.25]	0.049	0.0001	0.009
РТИ-G, у.е. (с.у.)	0.93 [0.71; 1.14]	0.80 [0.64; 1.07]	0.97 [0.69; 1.19]	0.041	0.739	0.034
РТИ-S, у.е. (с.у.)	1.22 [0.92; 1.59]	1.23 [0.91; 1.54]	1.32 [0.97; 1.53]	0.883	0.520	0.426

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: достоверность различий между школьниками:  $p^1$  – начальных и средних классов;  $p^2$  – начальных и старших классов;  $p^3$  – средних и старших классов.

Note: Here and in tabl. 2, 3:  $p^1$  – reliability of differences between primary and middle school students;  $p^2$  – reliability of differences between primary and high school students;  $p^3$  – reliability of differences between middle and high school students.

филю у обследуемых детей была представлена 8 типами: сутулая спина, вялая осанка, кругло-вогнутая спина, круглая спина, плоско-вогнутая спина, кифоз, гиперлордоз и группа «другие нарушения». Отмечено, что вогнутая спина диагностирована только у 11,1% младших школьников (в средних классах – 1,2%;  $p = 0,007$ ). В основной школе у детей выявлена в 16,1% случаев круглая спина и в 22,9% – сутулая спина, что в 1,2–2,9 раза чаще, чем у учащихся начальных и старших классов ( $p = 0,583–0,062$ ). В то же время каждый четвёртый старшеклассник имел кругло-вогнутую спину, в начальном и среднем звене образования таких детей было в 1,4–2,9 раза меньше ( $p = 0,323–0,015$ ). Вероятность формирования кругло-вогнутой спины у подростков выпускных классов была выше в 3,5 раза, чем в начальных классах ( $OR = 3,49$ ;  $CI = 1,23–9,89$ ). Установлена прямая причинно-следственная связь между величиной недельной учебной нагрузки, суммарной степенью трудности предметов, временем работы за компьютером и наличием кругло-вогнутой спины у детей ( $R^2 = 0,378–0,554$ ;  $44,481 \leq F \leq 259,417$ ;  $p = 0,0001$ ).

Оценка интегральных индексов нарушения формы туловища отдельно по плоскостям (табл. 1) показала статистически значимое увеличение с возрастом показателя РТИ-F с 0,78 у.е. у детей начальной школы до 1,02 у.е. в старшей школе ( $p = 0,049–0,0001$ ). Кроме того, отмечено, что среднее значение общего интегрального индекса, свидетельствующего о трёхплоскостных нарушениях осанки, было значимо выше у учащихся старших классов по отношению к сравниваемым группам ( $p = 0,021–0,0013$ ). Повышенный РТИ встречался у 79,6% старшеклассников, что было в 1,4–1,5 раза чаще, чем в начальной и основной школе ( $p = 0,006–0,009$ ). Вероятность формирования трёхплоскостных нарушений осанки у подростков в выпускных классах была выше до 3,3 раза, чем в начальных и средних классах ( $OR = 3,03–3,31$ ;  $CI = 1,38–7,42$ ).

Деформация грудной клетки отмечалась в 1,2–1,4 раза чаще у учащихся начальных и средних классов (20,8 и 18,4% соответственно), чем в старшей школе (14,8%;  $p = 0,387–0,581$ ). При этом 15,3% учеников начальных

классов имели воронкообразную грудную клетку, которая встречалась в 1,3 раза реже у детей основной школы (11,5%;  $p = 0,481$ ) и в 2,1 раза реже – у старшеклассников (7,4%;  $p = 0,176$ ).

Оценка биохимических показателей фосфорно-кальциевого обмена показала, что средний уровень ионизированного кальция в сыворотке крови у детей во всех группах соответствовал нормативным значениям (табл. 2). При этом у 57,9% учеников средних классов регистрировались сниженные значения этого показателя, в младшей и старшей школе таких детей было до 1,4–1,8 раза меньше (32,4 и 41,5% соответственно;  $p = 0,06–0,027$ ).

Среднее содержание фосфора и щелочной фосфатазы в крови у обследованных детей находилось в пределах нормативных значений, однако у старшеклассников эти показатели были значимо ниже ( $p = 0,0001–0,0004$ ). Отмечено, что каждый четвёртый ученик старших классов имел низкий уровень фосфора, в то время как в начальной и основной школе таких детей было в 2–3,6 раза меньше (12,5 и 7,02% соответственно;  $p = 0,01–0,05$ ). Выявлено, что вероятность снижения уровня фосфора в крови у старшеклассников была в 4,4 раза выше, чем у обучающихся в основной школе ( $OR = 4,42$ ;  $CI = 1,32–14,78$ ). Низкие значения щелочной фосфатазы регистрировались только у 11,3% детей в старших классах. Установлено наличие достоверной причинно-следственной связи вероятности повышения индексов РТИ, РТИ-F при снижении активности щелочной фосфатазы в крови ( $R^2 = 0,162–0,343$ ;  $32,454 \leq F \leq 87,532$ ;  $p = 0,0001$ ).

По данным денситометрии, Z-индекс не имел значимых различий между сравниваемыми группами: у младших школьников он составил  $-0,95$  у.е. [ $-1,5$ ;  $-0,3$ ], у учеников основной школы он был равен  $-0,8$  у.е. [ $-1,3$ ;  $-0,3$ ], а у старшеклассников составил  $-0,9$  у.е. [ $-1,6$ ;  $-0,1$ ] ( $p = 0,538–0,829$ ). Нарушение минеральной плотности костной ткани регистрировалось у каждого второго школьника, частота встречаемости изменений этого показателя не имела значимых различий между сравниваемыми группами ( $p = 0,702–0,861$ ). Однако у 24,4–28% детей в начальных и средних классах диагностиро-

Таблица 2 / Table 2

**Показатели фосфорно-кальциевого обмена у обследованных детей, Me [25; 75]**  
**Indicators of phosphorus-calcium metabolism in the examined children, Me [25; 75]**

Показатель Index	Норматив Standard	Школьники начальных классов Primary school students	Школьники средних классов Middle school students	Школьники старших классов Senior school students	$p^1$	$p^2$	$p^3$
Ионизированный кальций, ммоль/л Ionized calcium, mmol/l	1.16–1.32	1.18 [1.12; 1.21]	1.125 [1.09; 1.18]	1.22 [1.10; 1.27]	0.015	0.162	0.007
Фосфор, ммоль/дм <sup>3</sup> Phosphorus, mmol/dm <sup>3</sup>	1.29–2.26	1.545 [1.395; 1.735]	1.58 [1.43; 1.74]	1.34 [1.29; 1.525]	0.593	0.0004	0.0001
Щелочная фосфатаза, Е/дм <sup>3</sup> Alkaline phosphatase, U/dm <sup>3</sup>	71–645	260.50 [227.00; 326.00]	300.613 [186.00; 341.00]	149.00 [103.00; 247.00]	0.717	0.0001	0.0001

Таблица 3 / Table 3

**Показатели биоимпедансного исследования состава тела у обследованных детей, Me [25; 75]**  
**Indices of bioimpedance study of body composition in the examined children, Me [25; 75]**

Показатель Index	Школьники начальных классов Primary school students	Школьники средних классов Middle school students	Школьники старших классов Senior school students	$p^1$	$p^2$	$p^3$
Фазовый угол 50 кГц, град Phase angle 50 kHz, degree	5.7 [5.5; 6.1]	6.1 [5.7; 6.5]	6.6 [6.05; 7.3]	0.011	0.0001	0.0005
ЖМТ, % Body Fat Mass, %	15.7 [11.2; 20.05]	18.0 [14.6; 24.7]	24.3 [18.8; 29.45]	0.037	0.0003	0.013
ТМ, % LM, %	93.0 [89.5; 96.5]	89.5 [84.0; 95.0]	93.0 [85.5; 98.0]	0.039	0.784	0.146
АКМ, % ACM, %	52.05 [51.3; 54.2]	54.25 [52.4; 56.1]	56.5 [54.15; 59.65]	0.009	0.0001	0.0004
СММ, % Skeletal Muscle Mass, %	49.3 [46.8; 51.4]	55.85 [52.6; 58.8]	53.4 [49.95; 57.85]	0.0001	0.0013	0.065
Минеральная масса, % Mineral mass, %	6.94 [6.7; 7.1]	6.1 [5.88; 6.33]	5.78 [5.51; 5.96]	0.0001	0.0001	0.0001
УОО, % Specific Basal Metabolism, %	94.5 [90.0; 99.0]	96.5 [92.0; 100.0]	96.5 [93.0; 103.0]	0.264	0.064	0.263

валось снижение костной плотности, что было в 1,7–1,9 раза чаще, чем у старшекласников ( $p = 0,667–0,075$ ). Выраженная остеопения в 2,3 раза преобладала у подростков старшей школы в отличие от учеников основной школы (18,37 и 8% соответственно;  $p = 0,08$ ). Получена причинно-следственная связь вероятности развития выраженной остеопении при снижении содержания фосфора в крови ( $R^2 = 0,300$ ;  $F = 40,365$ ;  $p = 0,0001$ ). Установлено, что при снижении минеральной плотности кости возрастает вероятность формирования сколиоза, ротированной осанки и воронкообразной деформации грудной клетки ( $R^2 = 0,231–0,408$ ;  $47,199 \leq F \leq 102,062$ ;  $p = 0,0001$ ).

Биоимпедансное исследование состава тела показало (табл. 3), что величина фазового угла импеданса у обследованных детей соответствовала нормативному уровню, при этом отмечено статистически значимое увеличение этого показателя в возрастном аспекте ( $p = 0,011–0,0001$ ). Пониженные значения фазового угла, являющиеся признаками гиподинамии, встречались у 17,9% школьников начальных классов, что было в 1,9–3,6 раза чаще показателя в остальных сравниваемых группах ( $p = 0,257–0,08$ ). Повышенный показатель, свидетельствующий о тренированности детей, регистрировался только в 20% случаев у старшекласников. Установлено, что при снижении значения фазового угла возрастает вероятность развития сколиотической и ротированной осанки ( $R^2 = 0,124–0,300$ ;  $13,257 \leq F \leq 45,076$ ;  $p = 0,002–0,0001$ ).

Несмотря на то что снижение тощей массы тела отмечено у школьников средних классов ( $p = 0,146–0,039$ ), доля минеральной массы тела была до 1,2 раза статистически значимо ниже у старшекласников ( $p = 0,0001$ ), что может характеризовать в этом возрасте повышенный уровень основного обмена. Выявлено, что при снижении доли минеральной массы возрастает вероятность формирования сколиоза ( $R^2 = 0,503$ ;  $F = 111,417$ ;  $p = 0,0001$ ). Установлена обратная причинно-следственная связь между временем работы за компьютером, продолжительностью просмотра телепередач и снижением доли минеральной массы ( $R^2 = 0,125$ ;  $F \leq 10,238$ ;  $p = 0,0023$ ).

С возрастом выявлено статистически значимое увеличение активной клеточной массы: с 52,05% у детей в начальных классах до 56,5% у старшекласников ( $p = 0,009–0,0001$ ). Повышенный показатель АКМ, являющийся маркером двигательной активности, имели 30% старшекласников, в начальной и основной школе таких детей было в 1,7–1,8 раза меньше ( $p = 0,257–0,06$ ). Низкие значения АКМ встречались у каждого пятого ребёнка в начальной и основной школе и в 25% случаев в старшей школе ( $p = 0,597–0,916$ ). Установлено,

что при снижении доли АКМ возрастает вероятность развития ротированной осанки ( $R^2 = 0,113$ ;  $F = 14,268$ ;  $p = 0,0021$ ).

Величина доли скелетно-мышечной массы, характеризующей общее физическое развитие, увеличилась с 49,3% у младших школьников до 53,4% у старшекласников ( $p = 0,065–0,0001$ ). Следует подчеркнуть, что у 24,1–25,5% обследованных детей в сравниваемых группах регистрировались сниженные значения СММ, а у каждого пятого ребёнка – повышенные показатели ( $p = 0,784–1$ ). Выявлено, что при снижении доли СММ возрастает вероятность развития сколиотической осанки ( $R^2 = 0,358$ ;  $F = 47,910$ ;  $p = 0,0001$ ).

## Обсуждение

Полученные данные о распространённости патологии костно-мышечной системы у детей школьного возраста совпадают с результатами других исследований, в которых также отмечается значительный рост у подростков к выпускным классам заболеваний опорно-двигательного аппарата [3, 6, 7].

В течение всего периода получения общего образования у детей ежегодно увеличивается объём школьной учебной нагрузки, в том числе за счёт предметов с выраженной статической и интеллектуальной нагрузкой, всё больше учащихся посещают учреждения дополнительного образования. Нерациональная организация учебного процесса (двойные предметы, нарушение чередования уроков разной сложности и др.) приводит к быстрому утомлению детей. Кроме того, отличительной чертой современного обучения является активное применение информационно-коммуникационных технологий, что сопровождается дополнительным статическим напряжением и способствует развитию нарушений опорно-двигательного аппарата [3, 20, 24, 25], что подтверждается полученными данными. Показано, что с возрастом на фоне увеличения недельной учебной нагрузки возрастает длительность нахождения детей в статических позах, в том числе во время работы за компьютером, и это способствует формированию сколиоза.

Согласно ряду исследований, недостаточный двигательный режим потенциально ведёт к формированию нарушений осанки в школьном возрасте [10, 15, 18, 20]. О существенной роли низкой двигательной активности и детренированности современных школьников могут свидетельствовать полученные результаты биоимпедансного исследования, согласно которому каждый четвёртый учащийся имел низкие показатели доли скелетно-мышечной массы и активной клеточной массы. Показано, что вероятность развития ротированной

и/или сколиотической осанки возрастает при снижении значений фазового угла, АКМ, СММ.

Полученные нами данные о частоте нарушений костной плотности коррелируют с работами Мальцева С.В., Мансуровой Г.Ш. и соавт. [21, 22]. Повышенная активность метаболических процессов и интенсивный рост подростков на фоне недостаточного поступления остеотропных элементов с питанием определяют нарушение накопления пиковой костной массы, проявляющейся в снижении доли костной массы, что выявляется при биоимпедансном исследовании.

Результаты исследования на компьютерном оптическом топографе дополняют данные исследований о многополостной вертебральной деформации [26–29]. Так, для младших школьников характерно развитие искривлений позвоночника в сагиттальной и горизонтальной плоскостях, а переход к предметному обучению в основной и средней школе способствует формированию изменений позвоночного столба во фронтальной плоскости. Ряд исследователей в своих работах отмечают высокую точность диагностики нарушений осанки и деформаций позвоночника с помощью системы ТОДП в лечебно-диагностических учреждениях Российской Федерации, что позволяет снизить необходимость в рентгенологических обследованиях детского контингента при диагностике и дальнейших наблюдениях [27, 29, 30].

В целом особенности развития нарушений осанки у детей в разные периоды школьного обучения связаны с особенностями учебного процесса, низкой двигательной активностью. В связи с этим на всех этапах получения общего среднего образования особое значение имеют организация обучения, включающая рациональное чередование предметов и регламентацию длительности элементов урока, величина учебной нагрузки, достаточная физическая активность, а также обязательное соблюдение эргономических требований к школьной мебели. Ранняя диагностика деформаций позвоночника и своевременная коррекция вертебральной патологии актуальны для сохранения здоровья подрастающего поколения.

Результаты исследований могут быть экстраполированы на популяцию детей в возрасте 7–17 лет. Однако ввиду

небольшой выборки анализ проводился без учёта половых особенностей в пубертатный период развития. Ограничениями являлись и трудности проведения исследования у первоклассников на компьютерном оптическом топографе.

## Заключение

1. Патология опорно-двигательного аппарата среди школьников встречалась в 77–83,3% случаев, при этом практически у каждого второго ученика начальной и основной школы регистрировалась деформирующая дорсопатия, а у каждого второго старшеклассника развивался сколиоз, при этом вероятность развития сколиоза в старших классах была выше до 5,9 раза.

2. У 11,1–28,4% младших школьников деформирующая дорсопатия проявлялась в виде ротированной осанки и вогнутой спины, сопровождающихся снижением фазового угла, доли активной мышечной массы, что выявлялось при биоимпедансном исследовании, и развитием остеопении в 24,4% случаев.

3. В средних классах у детей в 16,1–26,1% случаев встречались ротированная осанка, круглая, сутулая спина, у 57,9% школьников выявлено снижение ионизированного кальция в крови, у 28% при биоимпедансном исследовании было выявлено развитие остеопении и снижение доли тощей массы.

4. Развитие сколиоза у 51,9% и кругло-вогнутой спины у 24,1% старшеклассников сопровождалось снижением в 11,3–12,5% случаев содержания фосфора, щелочной фосфатазы, развитием выраженной остеопении в 18,4% случаев и уменьшением доли минеральной массы. Установлено, что вероятность формирования трёхплоскостных нарушений осанки у подростков выпускных классов выше до 3,3 раза.

5. Результаты изучения особенностей формирования нарушений осанки у школьников могут быть использованы при реализации здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях, а также для усовершенствования гигиенических и учебно-организационных подходов к условиям обучения детей.

## Литература

1. Синельников И.Ю. Состояние здоровья российских школьников: факторы влияния, риски, перспективы. *Наука и образование*. 2016; (3): 155–64.
2. Сетко А.Г., Тришина С.П., Терехова Е.А., Мокеева М.М. Результаты донозологической диагностики состояния здоровья учащихся современного образовательного учреждения. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; (6): 26–9.
3. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Шубочкина Е.И., Скоблина Н.А., Милушкина О.Ю. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения. технологии деятельности. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 990–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-990-995>
4. Федько Н.А., Калмыкова А.С., Муравьева В.Н. Джанибекова А.С., Калмыкова В.С. Состояние здоровья школьников в современной образовательной среде. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2019; 14(4): 701–3. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2019.14175>
5. Сизова Н.Н., Исмагилова Ю.Д. Анализ состояния здоровья современных школьников. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020; (5–3): 133–7. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.95.5.109>
6. Бадеева Т.В., Богомолова Е.С., Матвеева Н.А., Шапошникова М.В., Котова Н.В., Олюшина Е.А. и др. Оценка приоритетных факторов риска здоровью городских школьников. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; (3): 42–7.
7. Порецкова Г.Ю., Печуров Д.В., Рапопорт И.К. К вопросу о систематизации школьно-обусловленной патологии. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (5): 30–4. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-30-34>
8. Рязнкина М.Ф., Костромкина С.А., Васильева Ж.Б. Школьная медицина: итоги и перспективы развития научного направления. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2020; (3): 124–9. <https://doi.org/10.35177/1994-5191-2020-3-124-129>
9. Шавалиев Р.Ф., Куликов О.В., Самолина И.В., Фархутдинова Г.М. Итоги профилактических осмотров детей 0–17 лет в Республике Татарстан за 2013–2015 гг. *Практическая медицина*. 2016; (7): 119–23.
10. Мирская Н.Б., Коломенская А.Н., Синякина А.Д. Медико-социальная значимость нарушений и заболеваний костно-мышечной системы детей и подростков (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2015; (1): 97–104.
11. Zhang H., Guo C., Tang M., Liu S., Li J., Guo Q., et al. Prevalence of scoliosis among primary and middle school students in Mainland China: a systematic review and meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015; 40(1): 41–9. <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000000664>
12. Теппер Е.А., Таранушенко Т.Е., Гришкевич Н.Ю. «Школьная патология» у детей, начавших образование в разном возрасте. *Экология человека*. 2013; (3): 16–20.
13. Мирская Н.Б., Коломенская А.Н. Диагностика нарушений и заболеваний костно-мышечной системы современных школьников: подходы, терминология, классификация. *Вопросы современной педиатрии*. 2009; (3): 10–3.
14. Информационный бюллетень ВОЗ. Заболевания опорно-двигательного аппарата. 08 февраля 2021. Доступно: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
15. Елисеева Ю.В., Дубровина Е.А., Елисеев Ю.Ю., Истомин А.В. Состояние реализации здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (4): 35–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-289-4-35-37>
16. Полякова А.Н., Селезнева Е.В., Денисова Н.Б., Позднякова Т.В. Средовые факторы образовательного учреждения и состояние здоровья учащихся. *Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал*. 2013; (1): 242.
17. Бузинов Р.В., Аверина Е.А., Унгуриян Т.Н. Влияние условий образовательной среды на состояние здоровья детей дошкольного и школьного возраста на территории Архангельской области. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 27–32.
18. Саньков С.В., Кучма В.Р. Гигиеническая оценка влияния на детей факторов современной информационно-образовательной среды школ. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2019; (3): 98–103. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16380>
19. Скоблина Н.А., Бокарева Н.А., Татаринчик А.А., Булацева М.Б. Особенности режима дня и образа жизни современных старших

## Original article

- школьников. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2018; (2): 44–51.
20. Милушкина О.Ю., Скоблина Н.А., Маркелова С.В., Татаринчик А.А., Бокарева Н.А., Федотов Д.М. Оценка рисков здоровью школьников и студентов при воздействии обучающихся и досуговых информационно-коммуникационных технологий. *Анализ риска здоровью*. 2019; (3): 135–43. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.16>
  21. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш., Колесниченко Т.В., Зотов Н.А. Минеральная плотность кости у детей в разные возрастные периоды. *Практическая медицина*. 2013; (6): 106–8.
  22. Мансурова Г.Ш., Рябчиков И.В., Мальцев С.В., Зотов Н.А. Нарушения опорно-двигательного аппарата у детей школьного возраста. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2017; (5): 187–91.
  23. Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Методы определения минимально необходимого объема выборки в медицинских исследованиях. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2019; 65(6): 10.
  24. Александрова И.Э. Гигиеническая оценка учебного расписания в условиях школьной цифровой среды. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (3): 15–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-300-3-15-17>
  25. Саньков С.В., Кучма В.Р. Гигиеническая оценка влияния на детей факторов электронной информационно-образовательной среды школ. *Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал*. 2013; (1): 242.
  26. Батршин И.Т. Вертебральная деформация у детей и организация диспансерной помощи. *Травматология и ортопедия России*. 2011; (4): 118–22.
  27. Мыльникова Т.А., Садовая Т.Н., Шалыгина А.В. Об опыте организации и результатах скринингового обследования деформаций позвоночника у школьников в Новосибирской области. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2017; (5): 1–13.
  28. Батршин И.Т., Псянчин Т.С., Юнусов Д.И., Фархшатов А.В., Гумеров А.А. Особенности осанки детей Западной Сибири и Башкортостана. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2012; 7(4): 5–9.
  29. Сарнадский В.Н., Михайловский М.В., Садовая Т.Н., Орлова Т.Н., Кузнецов С.Б. Распространенность структурального сколиоза среди школьников Новосибирска по данным компьютерной топографии. *Бюллетень сибирской медицины*. 2017; (1): 80–91. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2017-1-80-91>
  30. Багрина И.Л. Исследование сопоставимости оценки углов сколиотической деформации позвоночника начальных стадий по данным рентгена и компьютерной оптической топографии. *Хирургия позвоночника*. 2014; (3): 32–7. <https://doi.org/10.14531/ss2014.3.32-37>

## References

1. Sinelnikov I.Yu. Health status of Russian students: influence factors, risks and perspectives. *Nauka i obrazovanie*. 2016; (3): 155–64. (in Russian)
2. Setko A.G., Trishina S.P., Terekhova E.A., Mokeeva M.M. Results of prenosological diagnostics of the state of health of students studying at modern educational institutions. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; (6): 26–9. (in Russian)
3. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Rapoport I.K., Shubochkina E.I., Skoblina N.A., Milushkina O.Yu. Population health of children, risks to health and sanitary and epidemiological wellbeing of students: problems, ways of solution and technology of the activity. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(10): 990–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-990-995> (in Russian)
4. Fedko N.A., Kalmykova A.S., Murav'eva V.N., Dzhanibekova A.S., Kalmykova V.S. State of health of schoolchildren in the modern educational environment. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2019; 14(4): 701–3. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2019.14175> (in Russian)
5. Sizova N.N., Ismagilova Yu.D. Health analysis of modern schoolchildren. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2020; (5–3): 133–7. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.95.5.109> (in Russian)
6. Badeeva T.V., Bogomolova E.S., Matveeva N.A., Shaposhnikova M.V., Kotova N.V., Olyushina E.A., et al. Assessment of priority risk factors to the health of urban schoolchildren. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; (3): 42–7. (in Russian)
7. Poretskova G.Yu., Pechkurov D.V., Rapoport I.K. To the question of systematization of school-related disorders. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; (5): 30–4. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-30-34> (in Russian)
8. Rzyankina M.F., Kostromina S.A., Vasil'eva Zh.B. School medicine: results and perspectives of further scientific research. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2020; (3): 124–9. <https://doi.org/10.35177/1994-5191-2020-3-124-129> (in Russian)
9. Shavaliyev R.F., Kulikov O.V., Samolina I.V., Farkhutdinova G.M. Results of preventive examinations of children aged 0 to 17 in the Republic of Tatarstan in 2013–2015. *Prakticheskaya meditsina*. 2016; (7): 119–23. (in Russian)
10. Mirskaya N.B., Kolomenskaya A.N., Sinyakina A.D. Prevalence and medical and social importance of disorders and diseases of the musculoskeletal systems in children and adolescents (review of literature). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2015; (1): 97–104. (in Russian)
11. Zhang H., Guo C., Tang M., Liu S., Li J., Guo Q., et al. Prevalence of scoliosis among primary and middle school students in Mainland China: a systematic review and meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015; 40(1): 41–9. <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000000664>
12. Tepper E.A., Taranushenko T.E., Grishkevich N.Yu. School pathology in children beginning education at different ages. *Ekologiya cheloveka*. 2013; (3): 16–20. (in Russian)
13. Mirskaya N.B., Kolomenskaya A.N. Diagnostics of disorders and diseases of musculoskeletal system in schoolchildren: approaches, terminology, classification. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2009; (3): 10–3. (in Russian)
14. WHO Newsletter. Diseases of the musculoskeletal system; 2021. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions> (in Russian)
15. Eliseeva Yu.V., Dubrovina E.A., Eliseev Yu.Yu., Istomin A.V. State of implementation of health technologies in educational institutions. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; (4): 35–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-289-4-35-37> (in Russian)
16. Polyakova A.N., Selezneva E.V., Denisova N.B., Pozdnyakova T.V. The factors of school's surroundings and pupil's health. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnyy zhurnal*. 2013; (1): 242. (in Russian)
17. Buzinov R.V., Averina E.A., Unguryanu T.N. The impact of learning environment on child health at pre-schools and secondary schools in Arkhangelsk Region. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (3): 27–32. (in Russian)
18. Sankov S.V., Kuchma V.R. Hygienic assessment of the impact of the modern schools' electronic information-educational environment on children. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie*. 2019; (3): 98–103. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16380> (in Russian)
19. Skoblina N.A., Bokareva N.A., Tatarinichik A.A., Bulatseva M.B. The special aspects of lifestyle and day regimen of modern senior schoolchildren. *Sovremennyye problemy zdavoookhraneniya i meditsinskoj statistiki*. 2018; (2): 44–51. (in Russian)
20. Milushkina O.Yu., Skoblina N.A., Markelova S.V., Tatarinichik A.A., Bokareva N.A., Fedotov D.M. Assessing health risks for schoolchildren and students caused by exposure to educational and entertaining information technologies. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (3): 135–143. (in Russian)
21. Maltsev S.V., Mansurova G.Sh., Kolesnichenko T.V., Zotov N.A. Bone mineral density in children in different age periods. *Prakticheskaya meditsina*. 2013; (6): 106–8. (in Russian)
22. Mansurova G.Sh., Ryabchikov I.V., Mal'tsev S.V., Zotov N.A. Violations of the musculoskeletal system in school-age children. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2017; (5): 187–91. (in Russian)
23. Narkeвич А.Н., Виноградов К.А. Методы для определения минимально необходимого размера выборки в медицинском исследовании. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2019; 65(6): 10. (in Russian)
24. Александрова И.Э. Гигиеническая оценка учебного расписания в условиях школьной цифровой среды. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; (3): 15–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-300-3-15-17> (in Russian)
25. Sankov S.V., Kuchma V.R. Hygienic assessment of the impact of the modern schools' electronic information-educational environment on children. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnyy zhurnal*. 2013; (1): 242. (in Russian)
26. Batrshin I.T. Vertebral deformity in children and dispensary care organization. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2011; (4): 118–22. (in Russian)
27. Mylnikova T.A., Sadovaya T.N., Shalygina A.V. On experience in organizing screening for spinal deformities in school children in the Novosibirsk Region and its results. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2017; (5): 1–13. (in Russian)
28. Batrshin I.T., Pсянчин Т.С., Юнусов Д.И., Фархшатов А.В., Гумеров А.А. Features of posture among children of Western Siberia and Bashkortostan. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana*. 2012; 7(4): 5–9. (in Russian)
29. Sarnadskiy V.N., Mikhaylovskiy M.V., Sadovaya T.N., Orlova T.N., Kuznetsov S.B. Prevalence rate of structural scoliosis in school children of Novosibirsk according to the computed optical topography data. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2017; (1): 80–91. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2017-1-80-91> (in Russian)
30. Bagrinovskaya I.L. Comparability study of the x-ray and computer optical topography estimates of spinal deformity angles at early scoliosis stages. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2014; (3): 32–7. <https://doi.org/10.14531/ss2014.3.32-37> (in Russian)