

Читать
онлайн
Read
online

Абляева А.В., Миначева А.И., Фатхутдинова Л.М.

Влияние эргономики рабочих мест школьников на возникновение костно-мышечного дискомфорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 420012, Казань, Россия

Введение. Цель исследования – оценить влияние эргономических параметров рабочих мест современной образовательной среды на проявление костно-мышечного дискомфорта подростков.

Материалы и методы. Изучали соответствие размеров рабочих мест в школе антропометрическим параметрам подростков, проводили оценку гониометрических показателей рабочих поз. Наличие костно-мышечного дискомфорта оценивали с применением адаптированного варианта Северного вопросника, наличие сопутствующих факторов оценивали при проведении анкетирования школьников и родителей.

Результаты. Выявлены несоответствия между размерами учебной мебели в школе и антропометрическими данными подростков, отклонения от рекомендуемых диапазонов по гониометрическим показателям рабочих поз подростков в школе. Наблюдается высокая распространённость костно-мышечного дискомфорта среди подростков. Подтверждена зависимость формирования нерациональной рабочей позы подростков от эргономических параметров рабочих мест в школе. Изучено влияние нерациональной рабочей позы на проявление костно-мышечного дискомфорта у подростков. При этом отношения шансов для старших подростков оказались выше, то есть эргономические проблемы для группы старшего подросткового возраста более значимы.

Ограничения исследования. К ограничениям следует отнести включение в исследование групп подростков 10–11 и 15–16 лет. Для оценки проявлений костно-мышечного дискомфорта применяли метод анкетирования, при этом не изучали заболевания опорно-двигательного аппарата подростков. Следует учитывать, что субъективный костно-мышечный дискомфорт является распространённой проблемой и показателем ранних нарушений со стороны костно-мышечной системы. Ограничением исследования также является его поперечно-секционный характер. Перспективным может стать изучение влияния школьных эргономических параметров на проявления костно-мышечного дискомфорта подростков в динамике.

Заключение. Организация рабочих мест школьников по-прежнему остается значимой проблемой. Для предотвращения нарушений осанки и проявлений костно-мышечного дискомфорта важно обучать подростков эргономическим принципам, профилактике заболеваний костно-мышечной системы, сохранению рациональной рабочей позы при занятиях в школе.

Ключевые слова: подростки; школа; эргономика; рабочее место; костно-мышечный дискомфорт; опорно-двигательный аппарат

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России (выписка из протокола № 3 от 26.03.2019 г.).

Согласие пациентов. Каждый участник исследования (или его законный представитель) дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Гигиена и санитария».

Для цитирования: Абляева А.В., Миначева А.И., Фатхутдинова Л.М. Влияние эргономики рабочих мест школьников на возникновение костно-мышечного дискомфорта. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(12): 1548-1554. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1548-1554> <https://elibrary.ru/lmmsra>

Для корреспонденции: Абляева Анастасия Валерьевна, ст. преподаватель каф. гигиены, медицины труда ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, 420012, Казань. E-mail: ablyaeva.av@gmail.com

Участие авторов: Абляева А.В. – сбор материала и обработка данных, статистическая обработка, написание текста; Миначева А.И. – сбор материала для исследования; Фатхутдинова Л.М. – руководитель работы, концепция и дизайн исследования, редактирование. 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 поддержано грантом Международного научного совета для молодых учёных Казанского государственного медицинского университета. Исследование было поддержано программой стратегического академического лидерства Казанского государственного медицинского университета («Приоритет – 2030»).

Поступила: 27.10.2022 / Принята к печати: 08.12.2022 / Опубликована: 12.01.2023

Anastasia V. Ablyayeva, Aigul I. Minacheva, Liliya M. Fatkhutdinova

Influence of ergonomics of schoolchildren's workplaces on the occurrence of musculoskeletal discomfort

Kazan State Medical University, Kazan, 420012, Russian Federation

Introduction. Purpose of the study – is to evaluate the influence of ergonomic parameters of modern educational environment workplaces on the manifestation of musculoskeletal discomfort in adolescents.

Materials and methods. The conformity of the size of the working places at school to the anthropometric parameters of adolescents was assessed, the goniometric parameters of the working postures were evaluated, presence of musculoskeletal discomfort was studied using an adapted version of the Nordic Questionnaire, and associated factors during the questionnaire.

Results. There were revealed discrepancies between the size of the school educational furniture and the anthropometric data of adolescents, the presence of deviations from the recommended ranges for the goniometric indicators of the working postures of adolescents at school. There is a high prevalence of musculoskeletal discomfort among adolescents. The results of the influence of an irrational working posture on the manifestation of musculoskeletal discomfort among adolescents have been obtained.

Limitations. The study included groups of 10–11 years and 15–16 years adolescents. The questionnaire method was used to assess the manifestations of musculoskeletal discomfort, with no study of musculoskeletal disorders in adolescents. The study was cross-sectional in nature.

Conclusion. To prevent posture disorders and manifestations of musculoskeletal discomfort, it is important to teach adolescents ergonomic principles, the prevention of musculoskeletal disorders, and the preservation of a rational working posture in school activities.

Keywords: adolescents; school; ergonomics; workplace; musculoskeletal discomfort; musculoskeletal system

Compliance with ethical standards. The study was approved by the local ethical committee of the Kazan State Medical University, Ministry of Health Care of Russia (excerpt from protocol no. 3 of March 26, 2019).

Patient consent. Each participant of the study (or his/her legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study and publish personal medical information in an impersonal form in the journal "Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)".

For citation: Ablyayeva A.V., Minacheva A.I., Fatkhutdinova L.M. Influence of ergonomics of schoolchildren's workplaces on the occurrence of musculoskeletal discomfort. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(12): 1548-1554. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1548-1554> <https://elibrary.ru/lmmspa> (In Russian)

For correspondence: Anastasia V. Ablyayeva, Senior Lecturer, Department of Hygiene, Occupational Medicine, Kazan State Medical University, Kazan, 420012, Russian Federation. E-mail: ablyayeva.av@gmail.com

Information about authors:

Ablyayeva A.V., <https://orcid.org/0000-0001-5597-0694> Minacheva A.I., <https://orcid.org/0000-0002-1599-8569> Fatkhutdinova L.M., <https://orcid.org/0000-0001-9506-563X>

Contribution: Ablyayeva A.V. – material collection and data processing, statistical processing, text writing; Minacheva A.I. – material collection for the study; Fatkhutdinova L.M. – work supervisor, research concept and design, 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.

Acknowledgment. The research was supported by a grant from the International Scientific Council for Young Scientists of Kazan State Medical University. The research was supported by the Strategic Academic Leadership Program of Kazan State Medical University (Priority 2030).

Received: October 27, 2022 / Accepted: December 8, 2022 / Published: January 12, 2023

Введение

Нарушения и заболевания опорно-двигательного аппарата являются глобальной проблемой общественного здравоохранения [1–3]. Длительная костно-мышечная боль может приводить к функциональной инвалидности и потере трудоспособности в молодом возрасте [4, 5]. В настоящее время высокую социальную значимость приобретают заболевания подростков [6], и значительное место в структуре их заболеваемости занимают заболевания опорно-двигательного аппарата [7]. По данным исследований, ведущими нарушениями здоровья школьников с тенденцией к увеличению распространённости в динамике обучения являются функциональные нарушения костно-мышечной системы, системы кровообращения, органа зрения, нервно-психические расстройства, а также хронические болезни костно-мышечной системы, органов пищеварения и зрения [8, 9]. Функциональные отклонения и хронические болезни костно-мышечной системы занимают первое и второе ранговые места в структуре функциональных нарушений и хронической патологии школьников [4, 10]. Неблагоприятным возрастным интервалом в течении патологических процессов для школьно обусловленных функциональных нарушений костно-мышечной системы является период 14–17 лет, а для хронических заболеваний костно-мышечной системы – 15–17 лет [11, 12]. В результате эпидемиологического кросс-секционного исследования было выявлено, что уже в возрасте 12 лет 7% детей как минимум один раз испытывали боль в спине [12, 13].

Одним из ключевых факторов, влияющих на организм подростков, является организация их рабочих мест в школе, оказывающая существенное влияние на формирование опорно-двигательного аппарата [12, 14, 15]. При несоответствии эргономических параметров антропометрическим данным подростков происходит превышение адаптационных возможностей организма. Основным вклад в показатели заболеваемости костно-мышечной системы у подростков вносят нарушения осанки и сколиозы, которые возникают вследствие неправильной рабочей позы из-за несоответствия параметров школьного рабочего места антропометрическим данным [14, 15]. Данные исследований в области эргономики рабочих мест школьников противоречивы [16–24]. Некоторые исследователи обнаружили зависимость возникновения костно-мышечных проблем у детей и подростков от эргономических параметров школьных рабочих мест [16, 19, 21]. Для оценки эргономических параметров школьных рабочих мест в исследованиях используется только оценка соответствия размеров мебели антропометрическим параметрам школьников, но не применяются методы оценки рабочей позы [16, 17, 20]. Кроме того, исследования сосредоточены на изучении боли в одной из областей опорно-двигательного аппарата подростков,

в то время как всесторонней оценке костно-мышечного дискомфорта подростков уделяется недостаточно внимания [20, 21]. В исследованиях, как правило, участвовали школьники одной возрастной группы – младшего подросткового возраста [16, 21, 23]. Таким образом, проведённые исследования подтверждают актуальность проблемы.

Цель работы – оценить влияние эргономических параметров рабочих мест современной образовательной среды на проявление костно-мышечного дискомфорта подростков.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе гимназии г. Казани. Общее число учеников общеобразовательной организации – 1852 человека. Объектом исследования стали школьники подросткового возраста (10–11 и 15–16 лет) обоего пола, обучающиеся в 4–5-х и 9–10-х классах. Информированное согласие на участие в исследовании подписали родители 425 подростков из 627. Объём выборки определялся с помощью программного пакета G*Power, предназначенного для статистического анализа мощности исследования [25, 26]. По результатам расчётов численность выборочной совокупности для исследования составила 384 человека.

Критериями включения в исследования являлись подростковый возраст (10–11 и 15–16 лет), обучение в 4–5-х и 9–10-х классах общеобразовательной организации г. Казани, наличие информированного согласия родителей школьников на участие детей в исследовании. К критериям исключения относились травмы и оперативные вмешательства в анамнезе за последний год, наличие инвалидности (V группа здоровья).

Из исследования были исключены 3 подростка (имели травмы или оперативные вмешательства за последние 12 мес). На этапе анкетирования 34 подростка выбыли из исследования. Всего в исследовании приняли участие 388 подростков (91% участия). Характеристика групп исследования по полу и распределение по группам здоровья, согласно данным медицинских карт, представлены в табл. 1.

Исследование проводилось в течение одного учебного года. Этапы исследования: 1) измерение антропометрических параметров ребёнка; измерение размеров учебной мебели в классах; 2) оценка рабочей позы подростка в школе с помощью фотогониометрического метода; 3) анкетирование школьников для определения наличия или отсутствия жалоб на состояние опорно-двигательного аппарата и выявления сопутствующих факторов риска; 4) анкетирование родителей для получения характеристик условий жизни ребёнка (сопутствующих факторов) и наличия хронических заболеваний.

Оценку эргономических параметров учебной мебели в школе проводили на индивидуальном рабочем месте для каждого подростка при выполнении письменной работы в типичной для него рабочей позе. Оценка проводилась в

Таблица 1 / Table 1

Характеристика групп подростков по полу и состоянию здоровья, %
Characteristics of adolescent groups by gender and health status, %

Возраст 10–11 лет (n = 263) / Age 10–11 years (n = 263)				Возраст 15–16 лет (n = 125) / Age 15–16 years (n = 125)			
Распределение по полу / Distribution by gender							
Мальчики / Boys		Девочки / Girls		Мальчики / Boys		Девочки / Girls	
46.0		54.0		49.6		50.4	
Распределение по группам здоровья / Distribution by health groups							
I группа I group	II группа II group	III группа III group	IV группа IV group	I группа I group	II группа II group	III группа III group	IV группа IV group
17.1	60.3	13.2	1.4	12.2	34.2	50.9	2.7

постоянных кабинетов для 4-х классов, а для 5-х, 9-х, 10-х классов были выбраны кабинеты, в которых обучающиеся проводили более 65% времени в течение недели, согласно расписанию занятий. Во всех кабинетах, где проводилось исследование, учебная мебель представляла собой столы ученические двухместные со стульями. При этом мебель во всех неспециализированных кабинетах среднего и старшего блоков обучения не отличалась по размерам, не регулировалась по высоте.

Проводили измерение антропометрических параметров школьников (высота локтя над уровнем пола, высота подколенной ямки над уровнем пола, длина бедра). При измерении учитывали следующие параметры рабочих мест школьников: высота рабочей поверхности над уровнем пола, высота сиденья над уровнем пола, глубина сиденья. При выборе метода оценки соответствия параметров рабочего места антропометрическим данным основывались на эргономических принципах, принятых в международной практике [28]. Определяли соответствие высоты рабочего стола росту ребёнка: если разница высоты рабочей поверхности и высоты локтя над уровнем пола превышала 3 см, считали, что высота стола не соответствует росту школьника. Сравнение высоты учебного стола с высотой локтя над уровнем пола в типичной рабочей позе позволяет оценить соответствие высоты стола высоте локтя ребёнка в положении сидя независимо от других параметров. Далее определяли соответствие высоты сиденья росту ребёнка. Если разница высоты сиденья и высоты подколенной ямки над уровнем пола превышала 3 см, считали, что высота стула не соответствует росту школьника. Соответствие глубины сиденья антропометрическим данным ребёнка оценивали следующим образом: если глубина сиденья была меньше, чем 2/3 длины бедра, считали, что глубина сиденья не соответствует антропометрическим данным школьника [27, 28].

Фотогониометрический метод подразумевает проведение фотосъёмки с последующим построением эпюра рабочей позы. Для построения эпюра рабочей позы на фотографиях отмечали основные выступающие точки и соединяли их между собой. Измеряли следующие гониометрические показатели эпюров рабочих поз подростков: коленный угол, голенистоопный угол, угол наклона головы, угол сгибания грудной области позвоночника, угол наклона корпуса. Оценку проводили с помощью определения соответствия рекомендуемым диапазонам значений для каждого параметра [27, 28].

Для изучения проявлений костно-мышечного дискомфорта проводили анкетирование школьников с применением адаптированного русифицированного варианта Северного вопросника (Nordic Questionnaire), который включал в себя рисунок-схему с указанием отделов опорно-двигательного аппарата (шея, плечи, локти, запястья и руки, верхняя часть спины, поясница, бедра, колени, лодыжки). В начале анкеты содержались вопросы о наличии когда-либо на протяжении последних 6 мес и 7 дней проблем со стороны костно-мышечной системы (боль, дискомфорт, неприятные ощущения) и уточнялось возникновение таких симптомов

во время занятий в школе. Школьники отвечали на следующие вопросы анкеты: «Были ли у вас на протяжении последних 6 мес проблемы (боль, дискомфорт, неприятные ощущения) в следующих областях опорно-двигательного аппарата: шея, плечи, запястья, верхняя часть спины, поясница?», «Случалось ли на протяжении последних 6 мес, что эти проблемы мешали вам при обучении в школе?», «Были ли у вас за последние 7 дней проблемы (боль, дискомфорт, неприятные ощущения) в следующих областях опорно-двигательного аппарата: шея, плечи, запястья, верхняя часть спины, поясница?» [29]. Также было проведено анкетирование родителей для выявления ухудшения осанки ребёнка за последние 12 мес.

Поскольку возникновение жалоб на состояние опорно-двигательного аппарата может быть связано не только с эргономическими параметрами, изучали потенциальные сопутствующие факторы. Для оценки видов деятельности ребёнка в течение дня был использован хронометражно-табличный метод. С помощью анкеты определяли наличие следующих сопутствующих факторов: время, проведенное на дополнительных занятиях; время использования компьютера, планшета, телефона; время пребывания в школе; время пребывания на свежем воздухе. Эти факторы оценивали по количеству часов в неделю. Для характеристики условий жизни ребёнка было проведено анкетирование родителей, с помощью которого выясняли следующие сопутствующие факторы: состав семьи (полная/неполная); наличие отдельной комнаты (да/нет); наличие у ребёнка личного рабочего места дома (да/нет); наличие личного компьютера, планшета (да/нет). Перечисленные показатели были использованы в качестве кофакторов и учитывались при построении моделей многофакторной логистической регрессии. Учитывали, что параметры физической активности (дополнительные занятия спортом, интенсивность занятий спортом, плавание) могут оказывать влияние на проявления костно-мышечного дискомфорта подростков [30]. Эти переменные были включены в качестве потенциальных кофакторов.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программного пакета R [31]. Статистический анализ проводили с применением критериев однофакторного анализа (отношения шансов (ОШ) с 95%-ми доверительными интервалами (ДИ) и хи-квадрат), а также путём построения моделей простой логистической и многофакторной логистической регрессии (методом исключения).

Результаты

При проведении эргономической оценки образовательной среды были выявлены проблемы, связанные с организацией рабочих мест подростков в школе. Сводные результаты оценки учебной мебели в классах представлены в табл. 2.

Не соответствовали антропометрическим данным школьников хотя бы по одному из изученных параметров 76,4% школьных рабочих мест в группе младшего подросткового возраста и 70,8% рабочих мест в группе старшего подрост-

Таблица 2 / Table 2

Соответствие размеров рабочих мест в школе антропометрическим параметрам подростков
Correspondence of sizes of workspaces in the school to the anthropometric parameters of adolescents

Параметры (рекомендуемые соответствия) Parameters (recommended matches)	Возраст 10–11 лет (<i>n</i> = 263) / Age 10–11 years (<i>n</i> = 263)		Возраст 15–16 лет (<i>n</i> = 125) / Age 15–16 years (<i>n</i> = 125)	
	соответствует, %, (95%-й ДИ) corresponds to, % (95% CI)	не соответствует, % (95%-й ДИ) does not corresponds to, % (95% CI)	соответствует, %, (95%-й ДИ) corresponds to, % (95% CI)	не соответствует, % (95%-й ДИ) does not corresponds to, % (95% CI)
Высота стола – высота локтя (\pm 3 см) Table height – elbow height (\pm 3 cm)	91.1 (86.3–94.7)	8.9 (5.30–13.7)	90.6 (83.3–95.4)	9.4 (4.60–16.7)
Высота стула – высота подколенной ямки (\pm 3 см) Chair height – the height of the popliteal fossa (\pm 3 cm)	66 (59.0–72.5)	34 (27.5–41.0)	65.1 (55.2–74.1)	34.9 (25.9–44.8)
Глубина стула – длина бедра (2/3 длины бедра) Chair depth – thigh length (2/3 thigh length)	43.8 (36.9–51.0)	56.2 (49.0–63.1)	54.7 (44.8–64.4)	45.3 (35.6–55.2)

кового возраста. При этом наибольшая доля несоответствий приходилась на глубину стула для обеих возрастных групп: 56,2% для младших подростков и 45,3% для старших.

С помощью фотогониометрического метода проведена оценка рабочих поз подростков во время занятий в школе. Сводные результаты по гониометрическим показателям представлены в табл. 3.

При проведении фотогониометрической оценки рабочих поз для группы младшего подросткового возраста выявлено, что школьные рабочие позы не соответствуют рекомендуемым диапазонам значений хотя бы по одному из изученных параметров у 84,3% подростков, а для группы старшего подросткового возраста – у 80,4%. Наиболее высокая доля несоответствий приходилась на коленный угол – 69,5% для младших школьников и 69,6% для старших школьников, а также угол наклона шеи – 63,3 и 55,9% соответственно.

Оценена взаимосвязь параметров, характеризующих нерациональность рабочей позы подростков и эргономических параметров их рабочих мест в школе. В группе младшего подросткового возраста было выявлено, что при несоответствии высоты стула антропометрическим данным подростков статистически значимо чаще наблюдались отклонения от оптимальных диапазонов значений наклона грудной области позвоночника ($\chi^2(1) = 4,43; p = 0,03$) и наклона корпуса ($\chi^2(1) = 5,31; p = 0,02$). Для группы старшего подросткового возраста при несоответствии высоты стула антропометри-

ческим данным статистически значимо чаще наблюдались отклонения от оптимальных диапазонов наклона грудной области позвоночника ($\chi^2(1) = 4,92; p = 0,02$). При несоответствии учебной мебели антропометрическим данным подростков в целом статистически значимо чаще наблюдались отклонения от оптимальных диапазонов значений грудной области позвоночника ($\chi^2(1) = 3,68; p = 0,05$).

На следующем этапе исследования изучали наличие болей и дискомфорта в опорно-двигательном аппарате подростков за последние 6 мес и за последние 7 дней, возникновение болей во время занятий в школе, нарушение осанки. Распространённость костно-мышечного дискомфорта в различных отделах опорно-двигательного аппарата подростков представлена в табл. 4.

В обеих возрастных группах в основном преобладали жалобы на боль в шее за последние 6 мес: у 39,3% младших подростков и у 56,2% старших.

Изучено влияние эргономических параметров рабочих мест школьников и показателей нерациональной рабочей позы на проявления костно-мышечного дискомфорта. Результаты представлены как отношения шансов (95%-й ДИ), рассчитанные по моделям многофакторной логистической регрессии с учётом влияния сопутствующих факторов. На рисунке представлены модели, в которых соответствующие регрессионные коэффициенты экспозиционных переменных оказались статистически значимы.

Таблица 3 / Table 3

Гониометрические параметры рабочих поз подростков
Goniometric parameters of working poses of adolescents

Гониометрический показатель (рекомендуемые диапазоны значений) Goniometric indicator (recommended range)	Возраст 10–11 лет (<i>n</i> = 263) / Age 10–11 years (<i>n</i> = 263)		Возраст 15–16 лет (<i>n</i> = 125) / Age 15–16 years (<i>n</i> = 125)	
	соответствует рекомендуемым значениям, %, (95%-й ДИ) corresponds to, % (95% CI)	не соответствует рекомендуемым значениям, % (95%-й ДИ) does not corresponds to, % (95% CI)	соответствует рекомендуемым значениям, %, (95%-й ДИ) corresponds to, % (95% CI)	не соответствует рекомендуемым значениям, % (95%-й ДИ) does not corresponds to, % (95% CI)
Коленный угол (75–105°) Knee angle (75–105°)	30.5 (23.8–37.9)	69.5 (62.1–76.2)	30.4 (21.7–40.3)	69.6 (59.7–78.3)
Голенистоопный угол (75–105°) Ankle angle (75–105°)	54.2 (46.6–61.7)	45.8 (38.3–53.4)	55.9 (45.7–65.7)	44.1 (34.3–54.3)
Наклон шеи (26–51°) Neck tilt (26–51°)	36.7 (29.6–44.3)	63.3 (55.7–70.4)	44.1 (34.3–54.3)	55.9 (45.7–65.7)
Наклон грудной области (41–62°) Thoracic region tilt angle (41–62°)	66.1 (58.6–73.0)	33.9 (27.0–41.4)	61.8 (51.6–71.2)	38.2 (28.8–48.4)
Наклон корпуса (85–100°) Body tilt angle (85–100°)	53.1 (45.5–60.6)	46.9 (39.4–54.5)	41.1 (32.1–53.3)	51.9 (47.5–62.9)

Таблица 4 / Table 4

Распространённость костно-мышечного дискомфорта в различных отделах опорно-двигательного аппарата подростков
Prevalence of musculoskeletal discomfort in various parts of the musculoskeletal system in adolescents

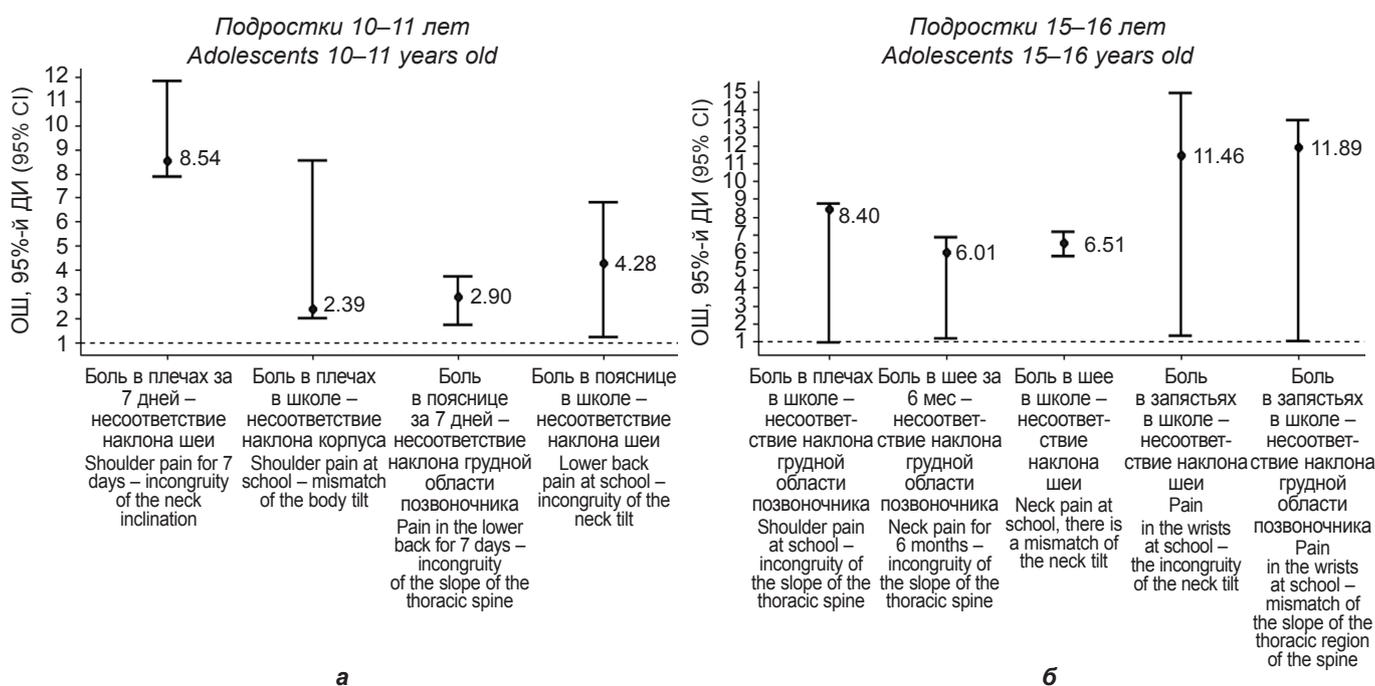
Отделы опорно-двигательного аппарата Parts of musculoskeletal system	Распространённость, % (95%-й ДИ) / Prevalence, % (95% CI), %	
	Возраст 10–11 лет (n = 263) Age: 10–11 years (n = 263)	Возраст 15–16 лет (n = 125) Age: 15–16 years (n = 125)
Боль в плечах за последние 6 мес / Shoulder pain for the last 6 months	7.3 (4.2–11.6)	28.8 (19.2–40.0)
Боль в шее за последние 6 мес / Neck pain for the last 6 months	39.3 (33.1–45.8)	56.2 (44.7–67.3)
Боль в пояснице за последние 6 мес / Lower back pain for the last 6 months	19.3 (0.145–0.249)	50.0 (38.6–61.4)
Боль в спине за последние 6 мес / Back pain for the last 6 months	26.8 (21.3–32.9)	43.8 (32.7–55.3)
Боль в плечах за последние 7 дней / Shoulder pain over the last 7 days	5.8 (3.2–9.6)	15.0 (8.0–24.7)
Боль в шее за последние 7 дней / Neck pain over the last 7 days	25.5 (20.1–31.5)	30.0 (20.3–41.3)
Боль в пояснице за последние 7 дней / Lower back pain over the last 7 days	7.1 (4.2–11.2)	31.2 (21.3–42.6)
Боль в спине за последние 7 дней / Back pain over the last 7 days	13.4 (9.3–18.4)	22.5 (13.9–33.2)
Боль в плечах в школе за 6 мес / Shoulder pain at school for 6 months	7.5 (4.5–11.6)	12.5 (6.2–21.8)
Боль в шее в школе за 6 мес / Neck pain at school for 6 months	25.1 (19.7–31.1)	23.8 (14.9–34.6)
Боль в пояснице в школе за 6 мес / Lower back pain at school for 6 months	10.1 (6.6–14.6)	28.8 (19.2–40.0)
Боль в спине в школе за 6 мес / Back pain at school for 6 months	13.8 (9.7–18.8)	22.5 (13.9–33.2)
Ухудшение осанки за последние 12 мес (со слов родителей) Violation of posture (according to parents report)	37.8 (26.7–39.2)	43.9 (31.7–56.7)

В группе школьников младшего подросткового возраста отношения шансов при отклонении показателей, характеризующих нерациональность рабочей позы, от оптимальных диапазонов значений были статистически значимы для возникновения боли в плечах за последние 7 дней и при занятиях в школе, а также для возникновения боли в пояснице за последние 7 дней и при занятиях в школе. Отношения шансов составили от 2,39 для боли в плечах при занятиях в школе до 8,54 для боли в плечах за последние 7 дней.

В группе школьников старшего подросткового возраста отношения шансов при отклонении показателей, характеризующих нерациональность рабочей позы подростков, от

оптимальных диапазонов значений были статистически значимы для возникновения боли в плечах за последние 7 дней и при занятиях в школе, для боли в шее за последние 6 мес и при занятиях в школе, а также для боли в запястьях при занятиях в школе. Отношение шансов составило от 6,01 для боли в шее за последние 6 мес до 11,89 для боли в запястьях при занятиях в школе, что гораздо выше по сравнению с возрастной группой 10–11 лет.

В окончательные регрессионные модели, представленные на рисунке и описывающие зависимость отдельных проявлений костно-мышечного дискомфорта от параметров, характеризующих нерациональную рабочую позу, вошли только



Отношения шансов развития боли (ОШ, 95%-й ДИ) в различных отделах опорно-двигательного аппарата при несоответствии гониометрических показателей оптимальным диапазонам значений суставных углов у подростков 10–11 лет (а) и 15–16 лет (б).

Odds ratios (95% CI) for pain in various parts of the musculoskeletal system when goniometric parameters do not correspond to optimal ranges of articular angles: а – 10–11 years adolescents; б – 15–16 years adolescents.

переменные, описывающие соответствие определённого суточного угла рекомендуемым значениям (да/нет), за исключением болей в шее за последние 6 мес в группе подростков 15–16 лет (переменная «дополнительные занятия плаванием» присутствовала в этой модели в качестве статистически значимого кофактора). В остальных моделях ни один из изученных кофакторов не показал статистически значимой зависимости с показателями костно-мышечного дискомфорта.

Обсуждение

Полученные в ходе исследования данные подтверждают, что школьные рабочие места не соответствуют индивидуальным антропометрическим параметрам подростков 10–11 и 15–16 лет. В других исследованиях также сообщалось о высоком проценте несоответствия учебной мебели в классах антропометрическим характеристикам школьников [4, 5, 15, 18, 33].

Известно, что несоответствие антропометрических характеристик и школьной мебели приводит к нерациональной рабочей позе подростков [14, 15]. Длительное пребывание школьников в таком положении может способствовать появлению дискомфорта, развитию патологических изгибов и других нарушений со стороны опорно-двигательного аппарата. Однако в исследованиях, посвящённых эргономическим проблемам образовательной среды, не входило изучение рабочей позы подростков. Проведённая нами оценка школьных рабочих мест при помощи фотогониометрического метода показала, что при занятиях в школе у 84,3% подростков 10–11 лет и у 80,4% подростков 15–16 лет наблюдается нерациональная рабочая поза. В ходе исследования было подтверждено, что несоответствие размеров учебной мебели антропометрическими данным школьников приводило к отклонению ряда гониометрических показателей (наклон грудной области позвоночника, наклон корпуса) от оптимальных диапазонов значений суставных углов. При этом не было выявлено взаимосвязи между несоответствием эргономических параметров школьных рабочих мест с отклонением угла наклона шеи от оптимальных диапазонов значений. Предположительно это связано с отсутствием у школьников навыка принятия правильного положения за рабочим местом. Нерациональная рабочая поза подростков во время занятий приводит к излишним усилиям и движениям, включению дополнительных групп мышц, что способствует более быстрому развитию утомления и повышенному напряжению функций организма [12, 14, 15]. Ещё одна эргономическая проблема — неспособность поддерживать рациональную рабочую позу во время занятий в школе даже при условии правильного подбора учебной мебели. Невозможность или неумение поддерживать рациональную рабочую позу в дальнейшем может приводить к появлению дискомфорта, развитию патологических изгибов и других нарушений со стороны опорно-двигательного аппарата [5, 14, 32, 33].

Выявлена статистически значимая роль показателей, характеризующих нерациональность рабочей позы, в повышении риска возникновения костно-мышечного дискомфорта у подростков. Для школьников младшего подросткового возраста пребывание в нерациональной рабочей позе повышает риск возникновения боли в плечах и пояснице за последние 7 дней и во время занятий в школе. Возникновение костно-мышечного дискомфорта в этих отделах опорно-двигательного аппарата у младших подростков было связано с отклонением наклона шеи, наклона корпуса и наклона грудной области позвоночника по сравнению с оптимальными диапазонами значений. Для школьников старшего подросткового возраста нерациональность рабочей позы повышает риск возникновения болей в плечах, шее и запястьях как за последние 7 дней и во время занятий в школе, так и за последние 6 мес. Повышение риска возникновения костно-мышечного дискомфорта для старших подростков было связано с несоответствием углов наклона грудной области позвоночника и наклона шеи оптимальным диапазонам значений.

По сравнению с группой младшего подросткового возраста отношения шансов для старших подростков оказались выше, то есть эргономические проблемы для группы старшего подросткового возраста более значимы. Риск выше, что может быть связано как с временем, проводимым в школе, так и с интенсивными процессами роста и развития в старшем подростковом возрасте [10, 12].

Наличие взаимосвязи между несоответствием гониометрических параметров рабочей позы оптимальным диапазонам значений и возникновением дискомфорта в костно-мышечной системе подростков свидетельствует о существующем в отдалённом периоде риске развития функциональных отклонений и хронических заболеваний опорно-двигательного аппарата, что требует дальнейшего изучения.

К **ограничениям** настоящего исследования следует отнести включение в него групп младшего подросткового (10–11 лет) и старшего подросткового (15–16 лет) возраста, а также применение для оценки проявлений костно-мышечного дискомфорта метода анкетирования школьников и родителей без изучения заболеваний опорно-двигательного аппарата подростков. Однако субъективный костно-мышечный дискомфорт — это достаточно распространённая проблема и показатель ранних нарушений со стороны костно-мышечной системы. Также ограничением исследования является его кросс-секционный характер.

Заключение

В настоящем исследовании были идентифицированы эргономические проблемы, связанные с организацией рабочих мест подростков в школе и нерациональностью рабочих поз. Выявлена высокая распространённость жалоб на проявления костно-мышечного дискомфорта. Обнаружена взаимосвязь между эргономическими проблемами в образовательной среде и риском возникновения костно-мышечного дискомфорта у подростков.

Соответствие гониометрических углов оптимальным диапазонам значений является важным показателем для оценки учебной мебели в классах школ. Именно параметры, характеризующие нерациональность рабочей позы, а не показатели соответствия учебной мебели антропометрическим данным подростков оказались наиболее информативными предикторами костно-мышечного дискомфорта, поэтому особенно важно проводить индивидуальную оценку рабочей позы. Отдельное внимание следует обращать на случаи, когда размеры учебной мебели соответствуют антропометрическим данным школьника, а рабочая поза не соответствует гигиеническим требованиям. Даже при правильном подборе учебной мебели отсутствие выработанного навыка поддержания правильного положения тела на рабочем месте в школе приводит к увеличению отклонения наклона корпуса, шеи, развитию асимметрии туловища, возрастанию напряжения мышц, а в дальнейшем — к возникновению костно-мышечного дискомфорта и нарушению осанки.

Перспективными могут быть исследования влияния школьных эргономических параметров на проявления костно-мышечного дискомфорта у подростков в динамике.

Таким образом, на сегодняшний день организация рабочих мест школьников по-прежнему представляет собой заслуживающую внимания эргономическую проблему и фактор, влияющий на состояние костно-мышечной системы подростков. В целях профилактики нарушений осанки учителям и родителям важно формировать у школьников с первых дней обучения навык сохранения правильной рабочей позы. Подростки в любом возрасте нуждаются в обучении эргономическим принципам, профилактике заболеваний костно-мышечной системы и поддержании правильной позы при занятиях в школе. Кроме того, рекомендуются программы раннего диагностического обследования подростков для предотвращения костно-мышечного дискомфорта и нарушений, которые сохраняются на протяжении дальнейшей жизни.

Литература

(п.п. 1–7, 16–18, 20–22, 25, 26, 28, 29, 31–33 см. References)

8. 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/10.21668/health.risk/2019.3.16>
9. 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; 94(1): 97–104.
10. Кучма В.Р., Рапопорт И.К., ред. *Физическое развитие и состояние здоровья детей и подростков в школьном онтогенезе: (лонгитудинальное исследование)*. М.: Научная книга; 2021.
11. 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.
12. Кучма В.Р., Рапопорт И.К., Сухарева Л.М., Скоблина Н.А., Седова А.С., Чубаровский В.В. и др. Здоровье детей и подростков в школьном онтогенезе как основа совершенствования системы медицинского обеспечения и санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021; 65(4): 325–33. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-4-325-333>
13. Сергеев А.В., Екушева Е.В. Боль в спине у детей и подростков. *Русский медицинский журнал*. 2019; 27(9): 28–32.
14. Саргош О.Д., Четверикова О.П., Катрушов А.В. Гигиеническое нормирование школьной мебели как составляющая парадигмы профилактики нарушения осанки ребенка. *Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта*. 2019; (2): 91–6.
15. Бузинов Р.В., Аверина Е.А., Унгуряну 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.
19. Алибегович А., Хаджиомерович А., Пасалич А., Домлян Д. Эргономика школьной мебели в профилактике плохой осанки учащихся. *Промышленное здравоохранение*. 2020; (1): 89–99.
23. Храмов П.И., Березина Н.О. Состояние здоровья младших школьников, обучающихся в режиме динамических поз. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНСО*. 2020; (4): 18–23. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-325-4-18-23>
24. Скоблина Н.А., Милушкина О.Ю., Сетко Н.П., Булычева Е.В., Сетко А.Г., Гурбо Т.Л. и др. *Физическое развитие детей: фундаментальные и прикладные аспекты*. М.: Союз гигиенистов; 2018.
27. Кириллов В.Ф., ред. *Руководство к практическим занятиям по гигиене труда*. М.: Медицина; 2001.
30. Абляева А.В., Миначева А.И., Фатхутдинова Л.М. Влияние физической активности на функциональное состояние организма подростка. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022; (11): 59. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.4>

References

1. Palmer K., Ciccarelli M., Falkmer T., Parsons R. Associations between exposure to Information and Communication Technology (ICT) and reported discomfort among adolescents. *Work*. 2014; 48(2): 165–73. <https://doi.org/10.3233/wor-131609>
2. Kamper S.J., Henschke N., Hestbaek L., Dunn K.M., Williams C.M. Musculoskeletal pain in children and adolescents. *Braz. J. Phys. Ther.* 2016; 20(3): 275–84. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0149>
3. Maher C., Underwood M., Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2017; 389(10070): 736–47. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30970-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30970-9)
4. Huguet A., Tougas M.E., Hayden J., McGrath P.J., Stinson J.N., Chambers C.T. Systematic review with meta-analysis of childhood and adolescent risk and prognostic factors for musculoskeletal pain. *Pain*. 2016; 157(12): 2640–56. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000685>
5. Assiri A., Mahfouz A., Awadalla N., Abouelyazid A., Shalaby M., Abogamal A., et al. Classroom furniture mismatch and back pain among adolescent schoolchildren in Abha City, Southwestern Saudi Arabia. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019; 16(8): 1395. <https://doi.org/10.3390/ijerph16081395>
6. Patton G.C., Sawyer S.M., Santelli J.S., Ross D.A., Afifi R., Allen N.B., et al. Our future: a Lancet commission on adolescent health and wellbeing. *Lancet*. 2016; 387(10036): 2423–78. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)00579-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)00579-1)
7. The Global Burden of Disease Study. GBD Compare; 2022. Available at: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>
8. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Rapoport I.K., Shubochkina E.I., Skobolina 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/10.21668/health.risk/2019.3.16> (in Russian)
9. 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; 94(1): 97–104. (in Russian)
10. Kuchma V.R., Rapoport I.K., eds. *Physical Development and Health Status of Children and Adolescents in School Ontogenesis: (longitudinal study) [Fizicheskoe razvitiye i sostoyaniye zdorov'ya detey i podrostkov v shkol'nom ontogeneze: (longitudinal'noe issledovanie)]*. Moscow; Nauchnaya kniga; 2021. (in Russian)
11. Rapoport I.K., Sukhareva L.M. Eleven-year longitudinal observation: the prevalence and course of functional abnormalities and chronic diseases in Moscow schoolchildren. *Voprosy shkol'noy i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya*. 2019; (1): 19–27. (in Russian)
12. Kuchma V.R., Rapoport I.K., Sukhareva L.M., Skobolina N.A., Sedova A.S., Chubarovskiy V.V., et al. The health of children and adolescents in school ontogenesis as a basis for improving the system of school health care and sanitary-epidemiological wellbeing of students. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2021; 65(4): 325–33. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-4-325-333> (in Russian)
13. Sergeev A.V., Ekusheva E.V. Back pain in children and adolescents. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*. 2019; 27(9): 28–32. (in Russian)
14. Sargosh O.D., Chetverikova O.P., Katrushov A.V. Hygienic normalization of school furniture as a component of paradigms of prevention of breach of a child. *Zdorov'e cheloveka, teoriya i metodika fizicheskoy kul'tury i sporta*. 2019; (2): 91–6. (in Russian)
15. Buzinov R.V., Aверина Е.А., Унгуряну Т.Н. The impact of learning environment on child health at pre-schools and secondary schools in Arkhangelsk region. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 25–31.
16. Gheysvandi E., Dianat I., Heidari Moghadam R., Tapak L., Karimi-Shahanjari A., Rezapur-Shahkolai F. Neck and shoulder pain among elementary school students: prevalence and its risk factors. *BMC Public Health*. 2019; 19(1): 1299. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7706-0>
17. Ben Ayed H., Yaich S., Trigui M., Ben Hmida M., Ben Jemaa M., Ammar A., et al. Prevalence, risk factors and outcomes of neck, shoulders and low-back pain in secondary-school children. *J. Res. Health Sci.* 2019; 19(1): e00440.
18. Castellucci H.I., Arezes P.M., Molenbroek J.F.M., de Bruin R., Viviani C. The influence of school furniture on students' performance and physical responses: results of a systematic review. *Ergonomics*. 2016; 60(1): 93–110. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1170889>
19. Alibegovich A., Khadziomerovich A., Pasalich A., Domlyan D. Ergonomics of school furniture in the prevention of poor posture of students. *Промышленное здравоохранение*. 2020; (1): 89–99. (in Russian)
20. Dianat I., Alipour A., Asgari Jafarabadi M. Risk factors for neck and shoulder pain among schoolchildren and adolescents. *J. Paediatr. Child Health*. 2017; 54(1): 20–7. <https://doi.org/10.1111/jpc.13657>
21. Contardo Ayala A., Salmon J., Timperio A., Sudholz B., Ridgers N., Sethi P., et al. Impact of an 8-month trial using height-adjustable desks on children's classroom sitting patterns and markers of cardio-metabolic and musculoskeletal health. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2016; 13(12): 1227. <https://doi.org/10.3390/ijerph13121227>
22. Garcia J.M., Huang T.T., Trowbridge M., Weltman A., Sirard J.R. Comparison of the effects of stable and dynamic furniture on physical activity and learning in children. *J. Prim. Prev.* 2016; 37(6): 555–60. <https://doi.org/10.1007/s10935-016-0451-6>
23. Khrantsov P.I., Berezina N.O. Health status of primary school children studying in dynamic postures. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2020; (4): 18–23. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-325-4-18-23> (in Russian)
24. Skobolina N.A., Milushkina O.Yu., Ssetko N.P., Bulycheva E.V., Ssetko A.G., Gurbo T.L., et al. *Physical Development of Children: Fundamental and Applied Aspects [Fizicheskoe razvitiye detey: fundamental'nye i prikladnye aspekty]*. Moscow: Soyuz gigenistov; 2018. (in Russian)
25. Faul F., Erdfelder E., Lang A.G., Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav. Res. Methods*. 2007; 39(2): 175–91. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
26. Faul F., Erdfelder E., Buchner A., Lang A.G. Statistical power analyzes using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav. Res. Methods*. 2009; 41(4): 1149–60.
27. Kirillov V.F., ed. *Manual for Practical Training in Occupational Hygiene [Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po gigiene truda]*. Moscow: Meditsina; 2001. (in Russian)
28. International Labour Office, International Ergonomics Association. Ergonomic checkpoints: practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions. Geneva: International Labour Office; 2010. Available at https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_178593/lang-en/index.htm
29. Kuorinka I., Jonsson B., Kilbom A., Vinterberg H., Biering-Sorensen F., Andersson G., et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl. Ergon.* 1987; 18(3): 233–7. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-x](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-x)
30. Ablyayeva A.V., Minacheva A.I., Fatkhutdinova L.M. Influence of physical activity on the functional state of the body of adolescents. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022; (11): 59. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.4> (in Russian)
31. Rmarkdown: Dynamic Documents for R; 2022. Available at: <https://rmarkdown.rstudio.com>
32. Ozdemir S., Gençbas D., Tosun B., Bebis H., Sinan O. Musculoskeletal pain, related factors, and posture profiles among adolescents: a cross-sectional study from Turkey. *Pain Manag. Nurs.* 2021; 22(4): 522–30. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2020.11.013>
33. Sedrez J.A., Da Rosa M.I.Z., Noll M., Medeiros Fda S., Candotti C.T. Risk factors associated with structural postural changes in the spinal column of children and adolescents. *Rev. Paul. Pediatr.* 2015; 33(1): 72–81. [https://doi.org/10.1016/s2359-3482\(15\)30033-6](https://doi.org/10.1016/s2359-3482(15)30033-6) (in Portuguese)