

Оценка состояния опорно-двигательного аппарата и пострурального баланса у лиц юношеского возраста

В.Н. Долич¹, Н.Е. Комлева^{1,2}, В.А. Меденцов¹, С.И. Мазилов¹, И.В. Заикина¹

¹ Саратовский медицинский научный центр гигиены Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения Роспотребнадзора 410022, г. Саратов, ул. Заречная, 1а

² Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского Минздрава России 410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112

Резюме

Цель исследования – анализ распространенности функциональных и структурных нарушений опорно-двигательного аппарата (ОДА) и пострурального баланса у лиц юношеского возраста Саратовской области. **Материал и методы.** В рамках одномоментного исследования изучено состояние ОДА у лиц юношеского возраста Саратовской области ($n = 555$). Проанализированы распространенность жалоб на боль в различных структурах ОДА, тип телосложения, осанка, форма таза и стоп, наличие триггерных точек, функция тазобедренного и плечевого суставов, объем движения в различных отделах позвоночника. Для оценки пострурального баланса изучены показатели статокинезиограммы. **Результаты.** Установлена высокая распространенность жалоб на боль в структурах ОДА. Наиболее распространенные структурные изменения: нарушение осанки по сколиотическому типу, формы плеч, грудной клетки, лопаток, таза, стоп; среди функциональных нарушений – ограничение подвижности в тазобедренных и плечевых суставах, в грудном и поясничном отделах позвоночника. Триггерные точки выявлены преимущественно в трапецевидной, малой грудной, лестничных, квадратной мышце поясницы, грудино-ключично-сосцевидной мышцах. Обнаружены статистически значимые взаимосвязи между параметрами статокинезиограммы и жалобами на боль в отделах позвоночника, структурными и функциональными нарушениями ОДА. **Заключение.** Результаты исследования свидетельствуют о необходимости межведомственного комплексного подхода к профилактике заболеваний ОДА у лиц юношеского возраста. Важным условием являются качественное проведение профилактических медицинских осмотров, персонализированный подход к занятиям физической культуры, оптимизация эргономики учебных процессов в школах, обучение населения гигиене движения, повышение приверженности здоровому образу жизни.

Ключевые слова: лица юношеского возраста, опорно-двигательный аппарат, поструральный баланс, статокинезиограмма, функциональные и структурные нарушения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки: Долич В.Н., e-mail: vndolich@mail.ru

Для цитирования: Долич В.Н., Комлева Н.Е., Меденцов В.А., Мазилов С.И., Заикина И.В. Оценка состояния опорно-двигательного аппарата и пострурального баланса у лиц юношеского возраста. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2024;44(3):118–124. doi: 10.18699/SSMJ20240313

Assessment of the state of the musculoskeletal system and postural balance in adolescents

V.N. Dolich¹, N.E. Komleva^{1,2}, V.A. Medentsov¹, S.I. Mazilov¹, I.V. Zaikina¹

¹ *Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies of Rosпотребнадзор* 410022, Saratov, Zarechnaya st., 1a

² *Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky of Minzdrav of Russia* 410012, Saratov, Bol'shaya Kazach'ya st., 112

Abstract

The aim of the study is to analyze the prevalence of functional and structural disorders of the musculoskeletal apparatus (MSA) and postural balance in adolescents in the Saratov region. **Material and methods.** The condition of the musculoskeletal system in adolescents of the Saratov region ($n = 555$) was studied as part of a one-stage study. The prevalence of pain complaints in various structures of the musculoskeletal system, body type, posture, shape of the pelvis and feet, the presence of trigger points, the function of the hip and shoulder joints, the volume of movement in various parts of the spine were analyzed. To assess the postural balance, the indicators of the statokinesiogram were studied. **Results.** A high prevalence of complaints of pain in the structures of the musculoskeletal system has been established. The most common structural changes are: scoliotic posture disorder, the shape of the shoulders, chest, shoulder blades, pelvis, feet. Among the functional disorders – limited mobility in the hip and shoulder joints, in the thoracic and lumbar spine. Trigger points were found mainly in the trapezius, pectoralis minor, scalenus, quadratus lumborum, sternocleidomastoid muscles. Statistically significant correlations were found between the parameters of the statokinesiogram and complaints of pain in the spine, structural and functional disorders of the musculoskeletal system. **Conclusions.** The results of the study indicate the need for an interdepartmental integrated approach to the prevention of diseases of the musculoskeletal system in adolescents. An important condition is the quality of preventive medical examinations, a personalized approach to physical education, optimization of the ergonomics of classrooms in schools, training the population in movement hygiene, and increasing commitment to a healthy lifestyle.

Key words: adolescents, musculoskeletal system, postural balance, statokinesiogram, functional and structural disorders.

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

Correspondence author: Dolich V.N., e-mail: vndolich@mail.ru

Citation: Dolich V.N., Komleva N.E., Medentsov V.A., Mazilov S.I., Zaikina I.V. Assessment of the state of the musculoskeletal system and postural balance in adolescents. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2024;44(3):118–124. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20240313

Введение

Заболевания опорно-двигательного аппарата (ОДА) являются одной из наиболее частых причин временной нетрудоспособности населения во всем мире [1, 2]. Характерно, что уже в юношеском возрасте они занимают одно из ведущих мест в структуре общей заболеваемости [3, 4]. Несмотря на внедрение здоровьесберегающих технологий, увеличивается воздействие факторов (интенсификация и компьютеризация учебного процесса, психоэмоциональное напряжение, малоподвижный образ жизни и пр.) на организм детей и подростков, что способствует развитию нарушений ОДА [5–7]. Для принятия эффективных профилактических мер с целью сохранения здоровья, работоспособности и качества жизни населения важное значение имеет раннее выявление структурных и функциональных нарушений ОДА, так как с увеличением возраста эти нарушения создают предпосылки для формирования дегенеративно-дистрофических процессов и развития вертебро-висцеральных нарушений [8–11].

Цель исследования – анализ распространенности функциональных и структурных нарушений ОДА и постурального баланса у лиц юношеского возраста Саратовской области.

Материал и методы

На базе Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «ФНЦ медико-про-

филактических технологий управления рисками здоровью населения» в рамках одномоментного исследования проанализировано состояние ОДА у лиц юношеского возраста Саратовской области ($n = 555$) в возрасте 16–20 лет: 300 юношей и 255 девушек. Возрастная группа определена согласно классификации, принятой на VII Всесоюзной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965). Критерии исключения: органические поражения ЦНС и травматические повреждения ОДА. На основе субъективных данных изучена распространенность боли в структурах ОДА.

Исследование имеет региональные (Саратовская область) и возрастные ограничения (юношеский возраст).

С помощью физикального обследования проанализированы показатели, характеризующие состояние ОДА: тип телосложения, осанка (сутулость, круглая, кругловогнутая, плоская спина), нарушение осанки по сколиотическому типу с S- и C-образной деформацией, форма стоп (для определения вальгусной, варусной деформации и плоскостопия использовался визуальный осмотр в положении пациента стоя на обеих ногах в нейтральной позиции), форма таза (косой таз – результат абсолютно укороченной длины конечности, скрученный – изменение взаимоотношений между подвздошными костями и крестцом вокруг горизонтальной оси). Для определения разницы в длине нижних конечностей при прове-

дении скринингового осмотра использован остеопатический тест «пяти параллельных линий», проведенных через следующие ориентиры в положении пациента стоя на плоской горизонтальной опоре: верхние точки гребней подвздошных костей, задние верхние подвздошные кости, вершины больших вертелов бедренных костей, нижние точки седалищных бугров, передние верхние подвздошные кости справа и слева. В норме все пять линий параллельны друг другу и горизонту. При абсолютном укорочении конечности все пять линий остаются параллельными друг другу, но наклонены относительно горизонта в сторону укороченной ноги [12].

Для оценки функции тазобедренного сустава применяли тест Патрика, подвижность плечевого сустава определяли с помощью быстрого теста комбинированного движения. Для изучения объема движения в грудном отделе позвоночника применяли пробу Отта, в поясничном отделе – пробу Шобера. При выполнении пробы Отта фиксировали две точки при сгибании в грудном отделе у вертикально стоящего подростка – на уровне остистого отростка VII шейного позвонка и на 30 см книзу, после максимального наклона это расстояние измеряли повторно. Критерием положительной пробы Отта служило изменение расстояния менее чем на 3 см при наклоне. При выполнении пробы Шобера фиксировали проекцию V поясничного позвонка, от нее отмеряли вверх 10 см, делая отметки на коже. После максимального наклона вниз повторно определяли расстояние между отмеченными точками. Критерием положительной пробы Шобера служило увеличение расстояния менее чем на 4 см [13]. Следует отметить, что в задачи данного исследования не входило установление клинического диагноза, поэтому применяли скрининговые тесты, дающие представление о возможных функциональных и структурных нарушениях ОДА, наиболее часто встречающихся в клинической практике.

Постуральный баланс оценивали с помощью компьютерной стабилотрии [14, 15]. Для этого применяли стабилотрическую систему ST-150 («БиоМера», Москва) с использованием лицензионного программного обеспечения Stabip/WinPatientExpert, версия 4.Z1009a.auto. Исследование проводили в оборудованном кабинете с соблюдением требований к постановке стоп обследуемого (носки разведены на 15° от средней линии согласно европейскому стандарту). Распределение центра давления регистрировали в течение одной минуты с открытыми и закрытыми глазами последовательно. Анализировали следующие стабилотрические показатели: длина с закрытыми (L3Г) и открытыми глазами (LOG),

характеризующие линейную величину пути, пройденную центром давления за время исследования; площадь с закрытыми (S3Г) и открытыми (SOG) глазами, характеризующую поверхность, занимаемую статокинезиограммой; энергоиндекс с закрытыми (Ei3Г) и открытыми (EiOG) глазами, определяющийся как суммарные энергозатраты, связанные с элементарным смещением центра давления между двумя соседними точками статокинезиограммы.

Для статистического анализа применяли непараметрический критерий Колмогорова – Смирнова, критерий Фишера; данные представлены в виде медианы и межквартильных интервалов (Me [Q1; Q3]). Для построения модели множественной регрессии использовали многофакторный дисперсионный анализ. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации с соблюдением правил биоэтики, после получения добровольного согласия участников.

Результаты

Во время обследования 145 (26 %) участников исследования предъявляли жалобы на боль в шейном отделе позвоночника, 85 (15 %) – в грудном и 170 (31 %) – в пояснично-крестцовом отделе, 170 (31 %) – на боль в крупных суставах (коленные, плечевые, тазобедренные). У 195 (35 %) человек жалобы на боль в шее, в спине и в суставах отсутствовали на момент осмотра. У девушек статистически значимо превалирует частота жалоб на боль в шейном отделе позвоночника ($p = 0,01$). У 294 (53 %) человек тип телосложения нормостенический, у 75 (14 %) – астенический, у 185 (33 %) – гиперстенический, у юношей соответственно в 150 (50 %), 66 (22 %) и 84 (28 %) случаях, у девушек – в 140 (55 %), 15 (6 %) и 100 (39 %) случаях.

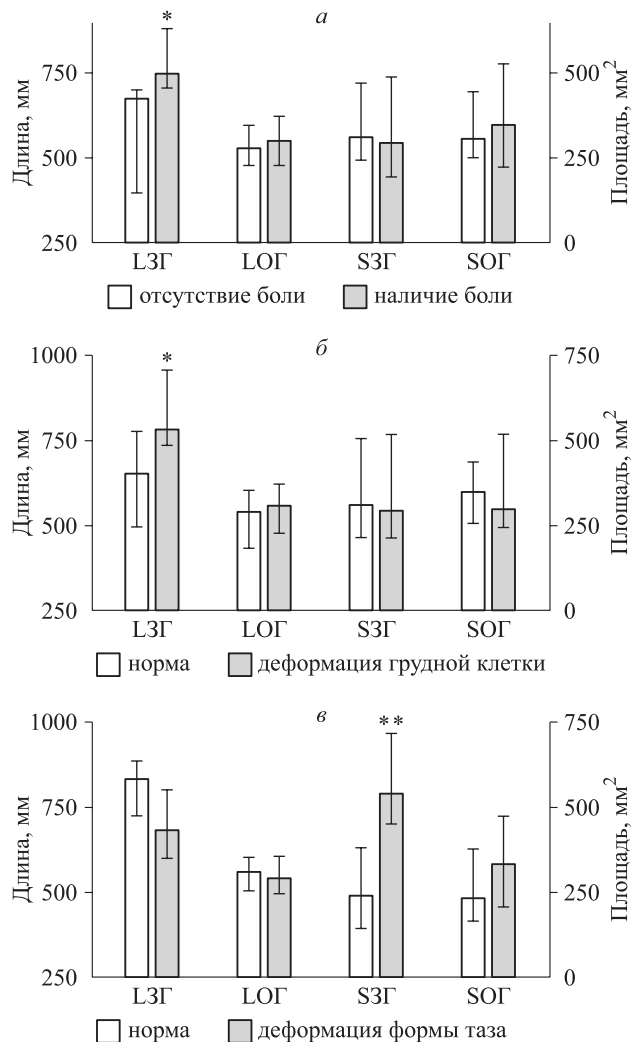
В результате соматоскопии выявлены следующие нарушения: у 150 (27 %) человек круглая спина, у 50 (9 %) – кругловогнутая, у 150 (27 %) – плоская. У 145 (26 %) обследованных установлено нарушение осанки по сколиотическому типу с S-образной деформацией, у 250 (45 %) – с C-образной деформацией. У 105 (19 %) человек обнаружена асимметрия грудной клетки, у 60 (11 %) – воронкообразная деформация грудной клетки, у 30 (5 %) – килевидная деформация. У 120 (22 %) человек установлено нарушение положения лопаток (крыловидные лопатки). Нормальная форма таза выявлена у 75 (14 %) обследованных, скрученный таз – у 440 (79 %), косой таз – у 40 (7 %) человек. У 350 (63 %) участников исследования отмечены нарушения формы стоп (валь-

гус, варус, уплощение). С помощью теста Патрика установлено ограничение подвижности тазобедренного сустава справа у 205 (37 %), слева – у 135 (24 %) человек. При проведении быстрого теста комбинированного движения выявлено ограничение подвижности плечевого сустава справа у 145 (26 %), слева у 210 (38 %) обследованных. На основании пробы Отта обнаружено ограничение подвижности в грудном отделе у 245 (44 %) человек, результаты пробы Шобера свидетельствуют об ограничении подвижности в поясничном отделе у 25 (5 %) участников исследования. Со слов обследованных, 9 человек ранее обращались за медицинской помощью по поводу нарушения осанки и проходили комплексную реабилитацию (массаж, лечебная гимнастика, корсет), при этом лица с болевым синдромом, с нарушением формы стопы и другими нарушениями ОДА за медицинской помощью не обращались.

Для оценки постурального баланса изучены показатели статокинезиограммы 134 участников исследования. Установлено, что у лиц, предъявляющих жалобы на боль в различных отделах ОДА, величина L3Г статистически значимо больше, чем у участников исследования, не предъявляющих данных жалоб (рисунок, а). Зависимостей показателей статокинезиограммы (длина, площадь, энергоиндекс) от нарушения осанки, в том числе по сколиотическому типу с S- и C-образной деформацией, не выявлено. У обследованных с деформацией грудной клетки L3Г (рисунок, б) и ЕіЗГ (9,76 [6,80; 12,50] Дж) достоверно больше, чем у участников исследования контрольной группы (7,92 [4,04; 11,20] Дж, $p < 0,01$), у лиц с нарушениями формы таза – S3Г (рисунок, в) и ЕіЗГ (11,20 [9,34; 16,40] и 7,92 [5,78; 11,20] Дж соответственно, $p < 0,001$). При проведении многофакторного дисперсионного анализа суммарных нарушений ОДА (нарушение осанки, формы таза, формы стоп) и показателей статокинезиограммы статистических закономерностей не выявлено.

Обсуждение

Нами установлена высокая частота жалоб на боль (в шейном, грудном, поясничном отделах позвоночника, в крупных суставах) и нарушений в различных структурах ОДА (нарушение осанки, формы таза, стоп) у лиц юношеского возраста, что находит подтверждение в других научных работах [3, 4]. Обращает на себя внимание тот факт, что имеющиеся жалобы выявлены в рамках проведения медицинского осмотра, а не при активном обращении участников исследования в медицинское учреждение за медицинской по-



Сравнительный анализ значений показателей статокинезиограммы у лиц юношеского возраста с учетом наличия боли в различных отделах ОДА (а), деформации грудной клетки (б) и деформации формы таза (в). Обозначены статистически значимые отличия от соответствующих показателей обследованных с отсутствием боли и деформации: * – при $p < 0,01$, ** – при $p < 0,001$

Comparative analysis of values of statokinesiogram parameters in young adults with the presence of pain in various parts of the musculoskeletal system (а), of chest deformation (б) and of pelvic deformation (в)

мощью, что свидетельствует об их низкой значимости, а также о необходимости консультации невролога и/или ортопеда и углубленного обследования. Характерно, что у лиц с жалобами на боль в различных отделах ОДА значительно превалирует величина параметра L3Г, что может указывать на связь между сформированными дегенеративными нарушениями, являющимися источником боли, и постуральной устойчивостью обследуемых лиц.

Нарушение осанки (сутулость, круглая, кругловогнутая, плоская спина), в том числе по сколиотическому типу с S- и C-образной деформацией, не оказывает влияния на изменение величины смещения центра давления, нервная регуляция построения движений не страдает при адаптации к гравитации при выявленных нарушениях осанки, которые с точки зрения энергетических затрат оказываются компенсированными, т.е. не имеющими физиологической мотивации к изменению в аспекте энергозатрат организма. Следует отметить, что анализ показателей статокинезиограммы при отдельных нарушениях ОДА показал результаты, противоположные ожидаемым, свидетельствуя о том, что отдельно взятые функциональные и структурные нарушения ОДА у лиц юношеского возраста не оказывают однозначного влияния на показатели статокинезиограммы. Отсутствие статистических закономерностей в группе лиц с комплексом нарушений ОДА и параметрами статокинезиограммы может быть следствием активной реакции компенсации, позволяющей в молодом возрасте выстроить оптимальную регуляцию системы равновесия тела.

По мнению европейских исследователей, поструральная устойчивость формируется различными способами с учетом индивидуальных особенностей ОДА (искривление осанки, изменения формы таза, стоп и пр.), направленных на поиск оптимального баланса для сохранения вертикальной позы с минимальными энергозатратами [16, 17]. Полученные нами данные согласуются с результатами ряда исследований, в которых показано, что у молодых людей отмечается более высокая способность к сохранению пострурального баланса по сравнению с лицами зрелого возраста [18–21]. Тем не менее компенсаторные реакции, создающие оптимальные условия для поддержания пострурального баланса, имеют временный характер, и в результате инволютивных изменений в ОДА формируются дегенеративные процессы [18], происходят снижение мышечной массы, потеря эластичности мышечно-связочной системы, выпрямление физиологических изгибов позвоночника, дегенеративные изменения в суставах, что приводит к перераспределению мышечной нагрузки, сопровождающейся перегрузкой отдельных мышечных групп, биомеханическими изменениями и нарушением пострурального баланса [14, 18]. Его ухудшению способствует и снижение функциональности других систем, участвующих в поструральной регуляции (вестибулярный аппарат, зрительный аппарат, слуховой анализатор), уменьшение проприоцептивной чувствительности в структурах ОДА, что также ведет к ухудшению

компенсаторных реакций поструральной регуляции по мере возрастных изменений [22].

Заключение

Высокая распространенность функциональных и структурных нарушений ОДА у лиц юношеского возраста свидетельствует о важности их активного выявления с целью разработки мер профилактики. Одним из возможных путей решения проблемы является персонализированный подход к реализации программ физической культуры в рамках учебных организаций путем внедрения специфических гимнастических упражнений для укрепления мышечных групп и тренировки механизмов поструральной регуляции. Высокую значимость также имеет приверженность здоровому образу жизни и занятиям спортом, при этом формированию активной позиции молодежи в стремлении сохранения своего здоровья должны способствовать все социальные институты (семья, образовательные организации и пр.). Данное исследование является предварительным сообщением и требует продолжения изучения закономерностей и связей между показателями, характеризующими состояние ОДА, и данными статокинезиограммы с учетом психоэмоционального состояния, факторов образа жизни, физической активности, состояния органов зрения и слуха.

Список литературы

1. Ali N., Ellis B., Woolf A., Hamilton S., Fenton K.A. Создание партнерств и внедрение общесистемного подхода для профилактики нарушений и заболеваний костно-мышечной системы в Англии. *Панорама общественного здравоохранения*. 2018;4(3):415–425.
2. Балабанова Р.М., Дубинина Т.В. Динамика пятилетней заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и их распространенности среди взрослого населения России за 2013–2017 гг. *Соврем. ревматол.* 2019;13(4):11–19. doi: 10.14412/1996-7012-2019-4-11-17
3. Антонова А.А., Яманова Г.А., Сердюков В.Г., Магомедова М.Р. Динамика состояния опорно-двигательного аппарата у детей и подростков. *Международ. научно-исслед. ж.* 2020;(7-2):53–56. doi: 10.23670/IRJ.2020.97.7.044
4. Георгиева Н.Г. Интегральная диагностика состояния костно-мышечной системы школьников специальной медицинской группы. *Научный вестник Крыма*. 2018;(7):19.
5. Щербакова Н.Б. Стратегические основы деятельности родителей по организации работы школьников на компьютере в домашних условиях. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика*. 2018;(2):78–85. doi: 10.18384/2310-7219-2018-2-78-88

6. Гараева Г.Х., Хасанова А.Р., Азнабаев О.Ф. Роль физического воспитания в университетских программах России. *Тенденции развития науки и образования*. 2020;67(1):110–113. doi: 10.18411/lj-11-2020-28
7. Pokatillov A.B., Novak A.P., Sarvanova S.V., Yaroshenko I.P. О тревожных тенденциях роста заболеваемости костно-мышечной системы у детей и подростков и перспективах их профилактики. *Главный врач Юга России*. 2020;(1):19–22.
8. Сапожникова Е.В., Данилова М.Ю., Сапожников М.Ю. Встречаемость изменений легочной ткани у людей с нарушением осанки по данным флюорографических исследований. *Acta Medica Eurasica*. 2018;(4):40–46.
9. Очиллов Х.М., Джурабекова А.Т., Усмонова Ш. Синдромальная и нозологическая структура болей в спине у детей. *Проблемы биологии и медицины*. 2018;(2):90–94.
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 сан.* 2015;94(1): 97–104.
11. Мансурова Г.Ш., Мальцев С.В., Рябчиков И.В. Особенности формирования опорно-двигательной системы у школьников: заболевания, причины и возможные пути коррекции. *Практ. мед.* 2019;17(5): 51–55. doi: 10.32000/2072-1757-2019-5-51-55
12. Новосельцев С.В. Остеопатия. М.: МЕДпрессинформ., 2016. 608 с.
13. Букуп К., Букуп Й. Клиническое исследование костей, суставов и мышц. М.: Медицинская литература, 2007. 295 с.
14. Доценко В.И., Усачев В.И., Морозова С.В., Скедина М.А. Современные алгоритмы стабиллометрической диагностики постуральных нарушений в клинической практике. *Мед. сов.* 2017;(8):116–129. doi: 10.21518/2079-701X-2017-8-116-122
15. Булавкина Т.А., Дубогрызова И.А., Неклюдова Г.А. Оценка функции равновесия как индикатора состояния здоровья студентов технических вузов. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2018;13(2):225–232. doi: 10.14526/02_2018_329
16. Roussouly P., Pinheiro-Franco J.L. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *Europ. Spine J.* 2011;20(Suppl 5):609–618. doi: 10.1007/s00586-011-1928-x
17. Lazennec J.Y., Brusson A., Rousseau M.A. Lumbar-pelvic-femoral balance on sitting and standing lateral radiographs. *Surg. Orthop. Traumatol. Res.* 2013;99(Suppl 1):87–103. doi: 10.1016/j.otsr.2012.12.003
18. Курникова А.А., Потехина Ю.П., Филатов А.А., Калинина Е.А., Первушкин Э.С. Роль опорно-двигательного аппарата в поддержании постурального баланса: обзор литературы. *Российский остеопатический журнал*. 2020;(3-4):135–149. doi: 10.1032885/2220-0975-2019-3-4-135-149
19. Baloh R.W., Ying S.H., Jacobson K.M. A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. *Arch. Neurol.* 2003;60(6):835–839. doi: 10.1001/archneur.60.6.835
20. Hinman M.R. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J.* 2004;4(4):413–417. doi: 10.1016/j.spinee.2004.01.002
21. Pizzigalli L., Micheletti Cremasco M., Mulasso A., Rainoldi A. The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2016;20(2):409–417. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.12.008
22. Грибанов А.В., Шерстенникова А.К. Физиологические механизмы регуляции постурального баланса человека (обзор). *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: медико-биологические науки*. 2013;(4):20–29.

References

1. Ali N., Ellis B., Woolf A., Hamilton S., Fenton K.A. Building partnerships and implementing a system-wide approach for the prevention of musculoskeletal disorders and diseases in England. *Panorama obshchestvennogo zdavookhraneniya = Public Health Panorama*. 2018;3:415–425. [In Russian].
2. Balabanova R.M., Dubinina T.V. Five-year (2013–2017) trends in the incidence and prevalence of musculoskeletal system diseases among the adult population of Russia. *Sovremennaya revmatologiya = Modern Rheumatology Journal*. 2019;13(4):11–19. [In Russian]. doi: 10.14412/1996-7012-2019-4-11-17
3. Antonova A.A., Yamanova G.A., Serdyukov V.G., Magomedova M.R. Dynamics of locomotor apparatus state in children and adolescents. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal*. 2020;(7-2):53–56. [In Russian]. doi: 10.23670/IRJ.2020.97.7.044
4. Georgieva N.G. The integral diagnostics of the musculoskeletal system students of special medical group. *Nauchnyy vestnik Kryma = Scientific Bulletin of Crimea*. 2018;(7):19. [In Russian].
5. Shcherbakova N.B. Strategic foundations of parents' activities on organizing schoolchildren's work on a computer at home. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika = Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Pedagogy*. 2018;(2):78–85. [In Russian]. doi: 10.18384/2310-7219-2018-2-78-88
6. Garaeva G.H., Hasanova A.R., Aznabaev O.F. The role of physical education in university programs in Russia. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya = Trends in the Development of Science and Education*. 2020;67(1):110–113. [In Russian]. doi: 10.18411/lj-11-2020-28
7. Pokatillov A.B., Novak A.P., Sarvanova S.V., Yaroshenko I.P. Worrisome trends in the incidence of

musculoskeletal system in children and adolescents and prospects their prevention. *Glavnyy vrach Yuga Rossii = Chief Doctor of the South of Russia*. 2020;(1):19–22. [In Russian].

8. Sapozhnikova E.V., Danilova M.Yu., Sapozhnikov M.Yu. Rates of lung tissue changes in people with postural abnormality according to fluorography examination findings. *Acta Medica Eurasica*. 2018;(4):40–46. [In Russian].

9. Ochilov H.M., Dzhurabekova A.T., Usmonova Sh. Syndromal and nasological structure of back pain in children. *Problemy biologii i meditsiny = Problems of Biology and Medicine*. 2018;(2):90–94. [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*. 2015;94(1): 97–104. [In Russian].

11. Mansurova G.Sh., Mal'tsev S.V., Ryabchikov I.V. Features of the formation of the musculoskeletal system in schoolchildren: diseases, causes and possible ways of correction. *Prakticheskaya meditsina = Practical Medicine*. 2019;17(5):51–55. [In Russian]. doi: 10.32000/2072-1757-2019-5-51-55

12. Novosel'tsev S.V. Osteopathy. M.: MEDpres-inform., 2016. 608 p. [In Russian].

13. Bukup K., Bukup J. Clinical tests for the musculoskeletal system. Moscow: Meditsinskaya literatura, 2018. 295 p. [In Russian].

14. Dotsenko V.I., Usachev V.I., Morozova S.V., Skedina M.A. Modern algorithms of postural disturbances in clinical practice. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2017;(8):116–129. [In Russian]. doi: 10.21518/2079-701X-2017-8-116-122

15. Bulavkina T.A., Dubogryzova I.A., Neklyudova G.A. The function of balance estimation as the indicator of students' health state at technical higher educational establishments. *Pedagogiko-psikhologicheskiye i mediko-biologicheskiye problemy fizich-*

eskoy kul'tury i sporta = Pedagogical-psychological and Medical-biological Problems of Physical Culture and Sports. 2018;13(2):225–232. [In Russian]. doi: 10.14526/02_2018_329

16. Roussouly P., Pinheiro-Franco J.L. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *Europ. Spine J*. 2011;20(Suppl 5):609–618. doi: 10.1007/s00586-011-1928-x

17. Lazenec J.Y., Brusson A., Rousseau M.A. Lumbar-pelvic-femoral balance on sitting and standing lateral radiographs. *Surg. Orthop. Traumatol. Res*. 2013;99(1 Suppl):87–103. doi: 10.1016/j.otrs.2012.12.003

18. Kurnikova A.A., Potekhina Yu.P., Filatov A.A., Kalinina E.A., Pervushkin E.S. The role of the musculoskeletal system in maintaining postural balance: literature review. *Rossiyskiy osteopaticheskiy zhurnal = Russian Osteopathic Journal*. 2020;(3-4):135–149. [In Russian]. doi: 10.32885/2220-0975-2019-3-4-135-149

19. Baloh R.W., Ying S.H., Jacobson K.M. A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. *Arch. Neurol*. 2003;60(6):835–839. doi: 10.1001/archneur.60.6.835

20. Hinman M.R. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J*. 2004;4(4):413–417. doi: 10.1016/j.spinee.2004.01.002

21. Pizzigalli L., Micheletti Cremasco M., Mulas A., Rainoldi A. The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review. *J. Bodyw. Mov. Ther*. 2016;20(2):409–417. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.12.008

22. Gribanov A.V., Sherstennikova A.K. Physiological mechanisms of human postural balance regulation (review). *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: mediko-biologicheskoye nauki = Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Biomedical Sciences*. 2013;(4):20–29. [In Russian].

Сведения об авторах:

Доллич Владимир Николаевич, ORCID: 0000-0002-8980-5117, e-mail: vndolich@mail.ru

Комлева Наталия Евгеньевна, д.м.н., ORCID: 0000-0003-4099-9368, e-mail: NEKomleva@yandex.ru

Меденцов Вячеслав Александрович, к.м.н., ORCID: 0000-0001-6104-0274, e-mail: medentsov.v@yandex.ru

Мазиллов Святослав Игоревич, к.б.н., ORCID: 0000-0002-8220-145X, e-mail: smazilov@ya.ru

Заикина Инна Викторовна, к.м.н., ORCID: 0000-0003-4234-7056, e-mail: innaza2@mail.ru

Information about the authors:

Vladimir N. Dolich, ORCID: 0000-0002-8980-5117, e-mail: vndolich@mail.ru

Nataliya E. Komleva, doctor of medical sciences, ORCID: 0000-0003-4099-9368, e-mail: NEKomleva@yandex.ru

Vyacheslav A. Medentsov, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0001-6104-0274, e-mail: medentsov.v@yandex.ru

Svyatoslav I. Mazilov, candidate of biological sciences, ORCID: 0000-0002-8220-145X, e-mail: smazilov@ya.ru

Inna V. Zaikina, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0003-4234-7056, e-mail: innaza2@mail.ru

Поступила в редакцию 29.06.2023

После доработки 15.03.2024

После повторной доработки 02.04.2024

Принята к публикации 05.04.2024

Received 29.06.2023

Revision received 15.03.2024

Second revision received 02.04.2024

Accepted 05.04.2024