

УДК 612.822.3

СКРИНИНГ НАРУШЕНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ВУЗА

Ибрагимова Э. Э.

*ГБОУВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»,
Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: evelina_biol@mail.ru*

В статье представлены результаты скрининга нарушений опорно-двигательной системы 83 обучающихся обоего пола. На основе соматоскопического исследования и расчета индексов (плечевого и подометрического), а также показателя асимметрии, выявлены нарушения опорно-двигательного аппарата у 31,32 % обучающихся, у 34,94 % – плоскостопие разной степени, асимметрия – у 36,14 %.

Внутригрупповой анализ выявленных нарушений позволил установить статистически значимые гендерные отличия ($p < 0,001$) между юношами и девушками. В частности, нарушения осанки были установлены у 10,25 % юношей и 47,72 % девушек. Уплотнение свода стопы – у 20,52 % юношей и 47,72 % девушек. Установлено, что девушки имели как более выраженные нарушения осанки и уплощение свода стопы, так и более высокую частоту их встречаемости в сравнении с юношами. Высказано предположение, что одной из возможных причин гендерных отличий является сложная гормональная перестройка, происходящая у девушек данной возрастной группы и оказывающая влияние на костную ткань.

Рекомендуется проведение мониторинга состояния опорно-двигательного аппарата обучающихся с целью выявления функциональных нарушений для предупреждения негативных изменений в функционировании организма в будущем, таких как: заболевания ОДС, внутренних органов, приводящие к снижению трудоспособности.

Ключевые слова: опорно-двигательная система, нарушения осанки, деформация позвоночника, асимметрия, плоскостопие, обучающиеся, гормоны.

ВВЕДЕНИЕ

Опорно-двигательный аппарат – это совокупность связанных между собой элементов костной и мышечной систем, обеспечивающих локомоцию, статистическую работу и сохранение положения тела, защиту органов грудной полости, полости черепа, обменную функцию (депо Ca^{2+}), кроветворную.

Широкий спектр выполняемых физиологических функций опорно-двигательной системы (ОДС) свидетельствует о том, что ее нарушение может сопровождаться выраженными изменениями в функционировании организма [1].

Формирование опорно-двигательной системы начинается в пренатальном онтогенезе (на 2-м месяце внутриутробного развития) и завершается в 20–25-летнем возрасте. Таким образом, активное формирование ОДС пролонгировано во времени и совпадает не только с периодами роста и развития детей и подростков, но и с их обучением. Следовательно, необходим мониторинг состояния опорно-двигательной

системы обучающихся [2] для предупреждения негативных изменений в функционировании организма в будущем, что может явиться одной из причин развития заболеваний ОДС, внутренних органов, приводящим к снижению трудоспособности [3].

Многочисленные исследования по оценке состояния опорно-двигательного аппарата обучающихся разных возрастных групп свидетельствуют о том, что на протяжении обучения в школе, вузе прогрессивно возрастает число лиц с нарушениями ОДС и, соответственно, контингент специальных медицинских групп [2–4]. По данным Кабышевой М. И. с соавтором, при обследовании студентов были выявлены функциональные нарушения ОДС, в частности, у 36 % – нарушения осанки, 48 % имели незначительные асимметрии, 44 % – плоскостопие, 24 % обследованных – плоскостопия и нарушения осанки [2]. Авторы пришли к заключению о необходимости внедрения интегрированной программы ранней диагностики нарушений ОДС и комплексной физкультурной реабилитации этих нарушений.

Изменения в функционировании ОДС как правило начинаются в детском возрасте, постепенно прогрессируя по мере взросления ребенка, в периоды ростовых спуртов, что подтверждается установленной взаимосвязью между ростом осевого скелета и его прогрессирующей деформацией [5]. Так, при обследовании 85204 детей были выявлены деформации позвоночника у 29736 обследованных, то есть частота встречаемости патологии составила 34,9 % [4]. Гайдук А. А. при обследовании 2300 детей с деформацией позвоночника, у 800 выявил перекосы таза и 5 видов статистических деформаций осевого скелета [6].

Причин нарушений ОДС достаточно много, к их числу можно отнести: быстрый рост позвоночника, слабое развитие мышечного корсета спины и разновеликость нижних конечностей [7], гиподинамию [6], дисплазию соединительной ткани [8], отягощенную наследственность [9], несоблюдение гигиенических правил и норм, болезни обмена веществ, нейрогуморальные нарушения [2] и т. д. Следовательно, возникает острая необходимость в мониторинге и выявлении нарушений ОДС у обучающихся с целью предупреждения развития серьезных нарушений [2, 10]. Таким образом цель нашего исследования заключалась в проведении скрининга нарушений опорно-двигательной системы у обучающихся.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании на добровольной основе приняли участие студенты 1–2-х курсов Крымского инженерно-педагогического университета имени Февзи Якубова. Все участники были предупреждены о цели исследования и согласились на участие в нем. Было проведено обследование 83 обучающихся обоего пола (юноши – $n = 39$, девушки – $n = 44$, возраст $17,59 \pm 0,74$ лет).

Скрининг нарушений ОДС осуществляли путем проведения соматоскопии в соответствии с рекомендациями [11, 12], а также на основе расчетных индексов. Нарушение осанки диагностировали путем расчета плечевого индекса (ПИ, %) по формуле В. К. Велитченко:

$$ПИ = \frac{ШПл \cdot 100}{ДПл}, \text{ где}$$

ШПл – ширина плеч, см (со стороны груди);

ДПл – плечевая дуга, см (со стороны спины).

ПИ = 90–100 % – осанка правильная, *ПИ* < 90 % – нарушение осанки.

Асимметрию определяли путем измерения расстояния от C_7 (7-го шейного позвонка) до левой – S_1 и правой – S_2 лопатки. Совпадение полученных результатов измерений свидетельствует о отсутствии нарушений, разница показателей – наличие асимметрии.

Плоскостопие диагностировали на основе вычисления подометрического индекса (*П*, %) по методу Фридлянда [12]. Для этого измеряли длину и высоту стопы (расстояние от подошвы стопы до верхнего края ладьевидной кости), после чего проводили расчет по формуле:

$$П = \frac{ВС \cdot 100}{ДС}, \text{ где}$$

ВС – высота стопы, мм; *ДС* – длина стопы, мм.

Степень плоскостопия определяли по следующей шкале:

$П \geq 31\%$ – высокий свод;

$П = 29-31\%$ – норма;

$П = 27-29\%$ – плоскостопие I степени;

$П = 25-27\%$ – плоскостопие II степени;

$П < 25\%$ – плоскостопие III степени.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с использованием программного обеспечения Microsoft Excel путем расчета среднего арифметического (*M*), стандартной ошибки средней (*m*), среднеквадратического отклонения (*SD*). Оценка достоверности полученных данных осуществлялась при помощи *t*-критерия Стьюдента. Тесноту связи полученных показателей определяли с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты соматоскопирования, а также расчеты индексов, позволили выявить у обследованных студентов определенные нарушения ОДС. В частности, средний показатель величины плечевого индекса составил $91,55 \pm 0,57$, что может свидетельствовать о нормальной осанке в обследованной группе обучающихся, однако анализ индивидуальных показателей позволил выявить лиц с нарушениями осанки – 31,32 %. Показатели плечевого индекса, отражающие состояние позвоночного столба обследованных юношей и девушек, варьировали в пределах от 81 до 89 % (норма *ПИ* = 90–100%). Полученные данные согласуются с представленными в литературе. Науменко О. А. отмечает [10], что профилактические осмотры обучающихся вузов позволяют выявить значительное число молодых людей с дефектами ОДС (нарушениями осанки и плоскостопие). Согласно данным Гайдук А. А. и Потапчук А. А. [3] у каждого из пяти

обследованных детей и подростков обнаруживаются видимые нарушения ОДС – статические деформации. Одной из наиболее частых причин статических деформаций является разновеликость нижних конечностей, сопровождающаяся перекосами таза, приводящими в последствии к искривлениям позвоночного столба во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях (асимметрия, сколиотическая деформация) [3] и формированию компенсаторной дуги искривления [13]. В этой связи были проанализированы показатели разницы расположения лопаток от С₇. Результаты подтвердили предположение о асимметрии – разница в расстоянии от С₇ до лопаток составила $0,78 \pm 0,07$ см. Следовательно, одной из причин нарушения осанки у обследованных обучающихся является асимметрия, возникающая вследствие статических деформаций осевого скелета. Выявления нарушений осанки на ранних стадиях имеет важное профилактическое значение, так как данное донозологическое состояние ОДС при ранней диагностике и проведении реабилитационных мероприятий является обратимым процессом [14].

В группе юношей средний показатель плечевого индекса составил $ПИ = 95,02 \pm 0,53$, что свидетельствует о наличии нормальной осанки. Внутригрупповой анализ позволил установить 10,25 % юношей нарушение осанки (средний показатель плечевого индекса – $ПИ = 87,25 \pm 1,07$). При осмотре юношей с нарушениями осанки у одного юноши был выявлен лордотический тип позвоночного столба, отличительной особенностью которого является наличие малой шейной кривизны при резко выраженной поясничной. У второго юноши обе кривизны и выпуклость были очень выраженными, что свидетельствует о кифотическом типе позвоночного столба. У двоих обучающихся была выявлена деформация позвоночника сколиотического характера. О деформации позвоночного столба свидетельствует также обнаруженная у обследованных молодых людей асимметрия – разница в расстоянии от шейного позвонка до лопаток варьировала от 1,5 до 2 см.

Анализ причин выявленных нарушений молодые люди связывают с наследственностью и гиподинамией. Двое юношей (5,13 %) имели сочетанные нарушения ОДС – у них отмечалось как нарушение осанки, так и плоскостопие II степени. Таким образом, у 10,25 % юношей были обнаружены нарушения осанки и у 20,51 % – плоскостопие I и II степеней, среди них двое юношей имели сочетанные нарушения – нарушение осанки и плоскостопие.

Сравнительный анализ показателей плечевого индекса юношей и девушек позволил установить статистически значимые различия ($p < 0,001$). Так, в группе девушек средний показатель величины плечевого индекса составил $ПИ = 87,86 \pm 0,46$. Величина плечевого индекса ниже 90 % свидетельствует о нарушении осанки у обследуемых. Внутригрупповой анализ позволил установить у 47,72 % девушек нарушение осанки (средний показатель плечевого индекса – $ПИ = 85,27 \pm 0,41$). Среди девушек с низкой величиной ПИ ($n = 21$), у 72,72 % была обнаружена асимметрия (разница от седьмого шейного позвонка до левой и правой лопатки варьировала от 0,5 до 2 см). С целью определения характера нарушения осанки проводили наклоны туловища, осмотр в фас и сбоку

(отклонение от оси). Слабовыраженная асимметрия плеч и лопаток у 18 девушек может свидетельствовать о наличии сколиоза I степени: отмечается незначительная асимметрия плеч, лопаток. При этом у большинства девушек превалировал перекося в левую сторону ($n = 15$). Установлено, что левосторонняя девиация позвоночника встречается гораздо чаще правой, что связано с более частым укорочением левой конечности [15], при этом среди девочек и девушек отмечается более усиленное скручивание туловища [4]. Следует отметить, что данный дефект на начальной стадии не имеет стойкого характера, при напряжении мускулатуры выпрямляется. Следовательно, при грамотно спланированных занятиях физической культурой, направленных на укрепление мышечного корсета, можно достичь положительного результата.

У трех девушек деформации позвоночного столба были более выраженными, что отражалось не только в снижении плечевого индекса, но и выраженной асимметрии надплечий и лопаток, а также формировании мышечных компенсаторных валиков, свидетельствующих о сколиозе II степени. Формирование мышечного валика обусловлено компенсаторными механизмами поддержания баланса тела за счет гипертонуса одних мышц при гипотонусе других, такая несогласованная работа мышечного аппарата приводит в конечном счете к деформации позвоночника.

Следует отметить, что нарушения осанки также могут быть следствием плоскостопия [7]. Плоскостопие может привести к нарушению функционирования ОДС, что обусловлено важными физиологическими функциями стоп – опорной, балансирующей, рессорной и толчковой [16], в этой связи нарушение указанных функций приводит к нагрузке на нижние конечности, таз и позвоночник, что сопровождается его искривлением в сагиттальной и фронтальных плоскостях [17] и нарушением функций костно-мышечной системы в целом [18].

Расчет показателей подометрического индекса показал, что у 34,94 % молодых людей обоего пола диагностируется плоскостопие разной степени (рис. 1).

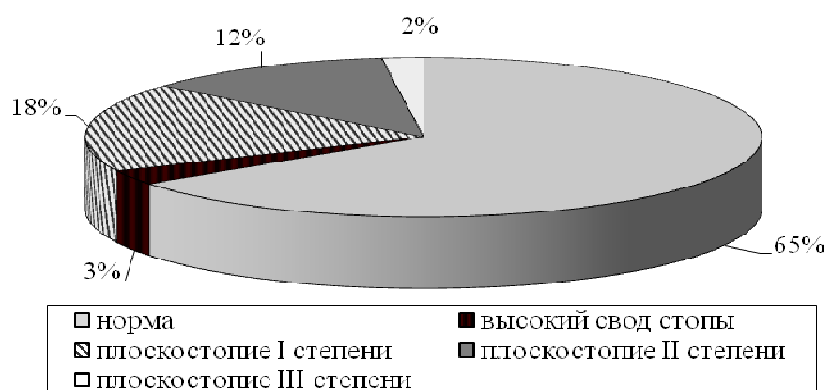


Рис. 1. Внутригрупповое распределение частоты встречаемости нарушений свода стопы в обследованной группе обучающихся ($n = 23$).

Полученные результаты имели статистически значимые отличия. В частности, плоскостопие было диагностировано у 20,51% (n = 8) юношей: у 6 из них было установлено плоскостопие I степени, у 2 – плоскостопие II степени. Среди девушек частота встречаемости плоскостопия составила 47,72 % (n = 21), что в 2,32 раза больше чем у юношей. У двух девушек имело место плоскостопие II и III степени (II = 25 %, II = 22 %), что может быть одной из причин деформации позвоночного столба. Наше предположение подтверждается тем, что 11 девушек (25 %) имели сочетанные нарушения ОДС (нарушение осанки и плоскостопие).

Расчет коэффициента корреляции Спирмена (девушки – $r = 0,311$; юноши – $r = 0,4$) позволил выявить прямую статистически значимую ($p < 0,05$) связь между исследуемыми признаками (величина плечевого индекса и подометрического индекса), теснота (сила) связи по шкале Чеддока – умеренная зависимость.

Более высокая частота встречаемости плоскостопия среди девушек обусловлена рядом причин, к числу которых можно отнести ношение обуви на высоких каблуках и избыточную нагрузку, приводящую к уплощению свода стопы. Кроме того, у двух девушек с плоскостопием имел место избыточный вес. Таким образом, уплощение свода стопы оказалось более выраженным у девушек, как по степени нарушения, так и по частоте встречаемости.

Таким образом, по исследованным показателям (нарушение осанки, величина подометрического индекса, асимметрия) девушки лидировали. Кроме того, статистически значимые гендерные отличия имели место и по частоте встречаемости сочетанных нарушений, которые у девушек встречались в 4,87 раза ($p < 0,001$) чаще, чем у юношей. Данная тенденция особенно ярко начинает проявляться к началу пубертатного возраста (11–13 лет) и сохраняется практически неизменной до 17 лет [4]. Очевидно, это связано со сложной гормональной перестройкой организма девочек-подростков в период полового созревания [19, 20]. Установлено, что половые гормоны (эстрогены, андрогены, прогестерон), принимают участие в регуляции процесса костного ремоделирования путем модуляции уровня гормонов, обеспечивающих регуляцию кальциевого баланса и оказывающих прямое воздействие на рецепторный аппарат клеток-мишеней костной ткани, а также влияют на апоптоз костных клеток. Кроме того, в пубертатном возрасте отмечается активный синтез гормона роста соматотропина. Следовательно, для нормального роста и развития скелета необходимо наличие половых гормонов, соматотропина и инсулиноподобных факторов роста, которые в комплексе способствуют набору пиковой костной массы [18]. Очевидно, что гормональная перестройка, происходящая в организме девушек, сопровождающаяся недостаточной секрецией половых гормонов, может привести к размягчению костной ткани и ее деформации.

Результаты проведенного исследования подтверждают необходимость проведения мониторинга состояния опорно-двигательного аппарата обучающихся с целью выявления донозологических функциональных нарушений для предупреждения негативных изменений в функционировании организма в будущем, таких как: заболевания ОДС, внутренних органов, приводящим к снижению трудоспособности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Результаты проведенного соматоскопического исследования 83 обучающихся обоего пола позволили выявить у 31,32 % обследуемых нарушения опорно-двигательного аппарата, у 34,94 % – плоскостопие разной степени, асимметрии – у 36,14 %.
2. Выявлены статистически значимые ($p < 0,001$) гендерные отличия по исследуемым показателям ОДС. В частности, у 10,25 % юношей было выявлено нарушение осанки, у девушек – 47,72 %, причем девушки имели более выраженные нарушения осевого скелета с левосторонней деформацией. У 5,13 % обследованных юношей асимметрия – разница в расстоянии от С₇ шейного позвонка до лопаток варьировала от 1,5 до 2 см. У 72,72 % девушек асимметрия варьировала от 0,5 до 2 см. Частота встречаемости плоскостопия у девушек составила 47,72 %, что в 2,32 раза больше чем у юношей.
3. Расчет коэффициента корреляции Спирмена (девушки – $r = 0,311$; юноши – $r = 0,4$) позволил выявить прямую статистически значимую ($p < 0,05$) связь между исследуемыми признаками (величина плечевого индекса и подометрического индекса), теснота (сила) связи по шкале Чеддока – умеренная.
4. Статистически значимые гендерные отличия по частоте встречаемости сочетанных нарушений, которые у девушек встречались в 4,87 раза ($p < 0,001$) чаще, чем у юношей, могут свидетельствовать о наличии физиологических особенностей, обусловленных сложной гормональной перестройкой организма девушек.
5. Рекомендуется проведение мониторинга состояния опорно-двигательного аппарата обучающихся с целью выявления функциональных нарушений для предупреждения негативных изменений в функционировании организма в будущем.

Список литературы

1. Куприенко Н. Б. Витамин D, ожирение и риск кардиоренальных нарушений у детей / Н. Б. Куприенко, Н. Н. Смирнова // Артериальная гипертензия. – 2015. – № 21 (1). – С. 48–58.
2. Кабышева М. И. Функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата студентов (на примере Оренбургского государственного университета) / М. И. Кабышева, Т. А. Глазина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 2. – С. 129–134.
3. Гайдук А. А. Физическая реабилитация детей школьного возраста со статическими нарушениями опорно-двигательного аппарата / А. А. Гайдук, А. А. Потапчук // Ученые записки СПбГМУ им. Акад. И. П. Павлова. – 2012. – Т. XIX, № 1. – 2012. – С. 116–118.
4. Садовая Т. Н. Скрининг деформаций позвоночника у детей как компонент охраны здоровья населения / Т. Н. Садовая, И. А. Цыцорина // Политравма. – 2011. – № 3. – С. 23–28.
5. Wever D. J. Curve progression and spinal growth in brace treated idiopathic scoliosis / D. J. Wever, K. A. Tonseth, A. G. Veldhuizen [et al.] // Clin. Orthop. – 2000. – Vol. 377. – P. 169–179.
6. Гайдук А. А. Статическая деформация позвоночника на фоне перекоса таза у детей подростков: диагностика и способы коррекции / А. А. Гайдук // Травматология и ортопедия России. – 2010. – № 4 (58). – С. 45–49.
7. Васильева Л. Ф. Визуальная диагностика нарушений статики и динамики опорно-двигательного аппарата человека / Л. Ф. Васильева. – Иваново, 1996. – 112 с.

8. Ибрагимова Э. Э. Анализ частоты встречаемости гипермобильного синдрома среди студентов / Э. Э. Ибрагимова // Вестник СурГУ. – 2018. – Вып. 4 (22). – С. 73–79.
9. Михайловский М. В. Деформации позвоночника при нейрофиброматозе: обзор литературы / М. В. Михайловский // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 3. – С. 45–55.
10. Науменко О. А. Опыт внедрения программы «Образование и здоровье» в Оренбургском государственном университете / О. А. Науменко // Вестник оренбургского государственного университета. – 2005. – № 11. – С. 16.
11. Давыдов В. Ю. Методика проведения Общероссийского мониторинга физического развития и физической подготовленности учащихся общеобразовательных школ, ссузов, вузов: Учебно-методическое пособие. / В. Ю. Давыдов, А. И. Шамардин. – URL: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/868/25868/8763?p_page=6
12. Велитченко В. К. физкультура для ослабленных детей: методическое пособие. / В. К. Велитченко. – М.: Тера-спорт, 1986. – 168 с.
13. Голдырев А. Ю. Роль малой разницы высоты нижних конечностей в генезе фронтальных искривлений позвоночника / А. Ю. Голдырев // Функциональные аспекты соматической патологии. – Тез. докл. науч. конф. Омск, 2000. – С. 17–19.
14. Трухманов И. М. Разработка новой методики обследования и динамического осмотра детей школьного возраста с нарушениями осанки на основе клинко-инструментального анализа / И. М. Трухманов, Г. А. Сулова // Педиатр. – 2016. – Т. 7, Выпуск 3. – С. 29–34.
15. Гайдук А. А. Физическая реабилитация детей младшего школьного возраста со статическими нарушениями опорно-двигательного аппарата / А. А. Гайдук, А. А. Потапчук // Гений ортопедии. – 2011. – № 4. – С. 58–62.
16. Ситдииков Ф. Г. Физическое развитие подростков с различным состоянием свода стопы / Ф. Г. Ситдииков, В. А. Арсланов, Г. М. Галияхметова, Р. Г. Галияхметов // Новые исследования. – 2009. – № 4. – С. 67–72.
17. Аристакесян В. О. Динамика морфофункционального состояния стоп у студентов медицинского вуза с сочетанными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата / В. О. Аристакесян, В. Б. Мандриков, М. П. Мишулина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17366> (дата обращения: 26.01.2020).
18. Мансурова Г. Ш. Особенности формирования опорно-двигательной системы школьников: заболевания, причины и возможные пути коррекции / Г. Ш. Мансурова, С. В. Мальцев, И. В. Рябчиков // Практическая медицина. – 2019. – Т. 17, № 5. – С. 51–55.
19. Stone M. Bone changes in adolescent girls with anorexia nervosa / M. Stone, J. Briody, M. R. Kohn et al. // J Adolesc Health. – 2006. – Vol. 39, № 6. – P. 835–841.
20. Magarey A. M. Bone growth from 11 to 17 years: relationship to growth, gender and changes with pubertal status including timing of menarche / A. M. Magarey, T. J. Boulton, B. E. Chatterton et al. // Acta Paediatr. – 1999. – Vol. 88, № 2. – P. 139–146.

SCREENING OF VIOLATIONS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN UNIVERSITY STUDENTS

Ibragimova E. E.

***State Budget Educational Institution of Higher Education of the Republic of Crimea «Crimean Engineering and Pedagogical University named of Fevzi Yakubov», Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: evelina_biol@mail.ru***

A screening of disorders of the musculoskeletal system (Skeletal system) of 83 students of both genders was conducted. Based on somatoscopic research and calculation of indices (shoulder and podometric), also indicator of asymmetry, identified breaches of

the musculoskeletal system were revealed in 31,32 % of students, 34,94 % had flat feet of varying degrees and 36,14 % had asymmetry.

Intra-group's analysis of those violations allowed us to establish statistically significant distinction ($p < 0,001$) between boys and girls. In particular, posture disorders had been identified in 10,25 % of boys and 47,72 % of girls. Flattening of the arch of the foot – in 20,52 % of boys and 47,72 % of girls. At 5,13 % of the surveyed youths asymmetry – the difference in the distance from the C₇ cervical vertebrae to the shoulder blades ranged from 1,5 to 2 cm of 72,72 % of girls skewness ranged from 0,5 to 2 cm. While the majority of girls had prevailed skewed to the left ($n = 15$). Three girls had more significant spinal deformity, which was reflected not only in a decrease in the shoulder index, but also in pronounced asymmetry of the shoulder blades, as well as the formation of muscle compensatory thickening, which show scoliosis of the second degree. The formation of the muscle thickening is due to compensatory mechanisms to body's maintain a balance due to hypertonia of some muscles while hypotension of others, such inconsistent work of the muscular system would ultimately result in to spinal deformity.

It was established that that girls had more pronounced posture disorders and flattening of the foot, and a higher frequency of their occurrence in comparison with boys. It is suggested that one of the possible causes of gender differences is a complex hormonal adjustment that occurs in girls of that age group and affects the state of bone tissue.

It is recommended to monitor the condition of the musculoskeletal system of students in order to identify functional disorders to prevent negative changes in the functioning of the body in the future, such as diseases of the musculoskeletal system, internal organs, leading to a decrease in working capacity.

Keywords: musculoskeletal system, posture disorders, spinal deformity, asymmetry, flat feet, students, hormones.

References

1. Kuprienko N. B., Smirnova N. N., Vitamin D obesity and the risk of cardiorenal disorders in children, *Arterial hypertension*, **21** (1), 48 (2015).
2. Kabysheva M. I., Glazina T. A., Functional disorders of the musculoskeletal system of students (on the example of the Orenburg State University), *Bulletin of the Orenburg State University*, **2**, 129 (2017).
3. Gayduk A. A., Potapchuk A. A., Physical rehabilitation of schoolchildren with static disorders of the musculoskeletal system, *Scientific notes of St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov*, **XIX**, **1**, 116 (2012).
4. Sadovaya T. N., Tsytsorina I. A., Screening of spinal deformities in children as a component of public health, *Politrauma*, **3**, 23 (2011).
5. Wever D. J., Tonseth K. A., Veldhuizen A. G. et al., Curve progression and spinal growth in brace treated idiopathic scoliosis, *Clin. Orthop.*, **377**, 169 (2000).
6. Gaiduk A. A., Static spinal deformity in the background of pelvic skew in adolescent children: diagnosis and correction methods, *Traumatology and Orthopedics of Russia*, **4** (58), 45 (2010).
7. Vasilieva L. F., *Visual diagnosis of violations of statics and dynamics of the musculoskeletal system of a person*, 112 p. (Ivanovo, 1996).
8. Ibragimova E. E., Analysis of the frequency of occurrence of hypermobility syndrome among students, *Messenger of Surgut State University*, **4** (22), 73 (2018).
9. Mikhailovsky M. V., Spinal deformities in neurofibromatosis: literature review, *Spinal surgery*, **3**, 45 (2005).

10. Naumenko O. A., Experience in implementing the program "Education and Health" in the Orenburg State University, *Bulletin of the Orenburg State University*, **11**, 16 (2005).
11. Davydov V. Yu., Shamardin A. I., Methodology for the All-Russian monitoring of physical development and physical fitness of students in secondary schools, colleges, universities: a teaching tool, URL: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/868/25868/8763?p_page=6
12. Velitchenko V. K., *Physical education for weakened children: a methodological manual*, 168 p. (Tera-sport, Moscow, 1986).
13. Goldyrev A. Yu., Role of small unequal height of the lower extremities in the genesis of frontal curvature of the spine, *Abstracts of scientific conferences "Functional aspects of somatic pathology"* (Omsk, 2000).
14. Trukhmanov I. M., Suslova G. A., Development of a new methodology for examination and dynamic examination of school-age children with impaired posture based on clinical and instrumental analysis, *Pediatrician*, **7** (3), 29 (2016).
15. Gaiduk A. A., Potapchuk A. A., Physical rehabilitation of children of primary school age with static disorders of the musculoskeletal system, *Genius of Orthopedics*, **4**, 58 (2011).
16. Sitdikov F. G., Arslanov V. A., Galiakhmetova G. M., Galiakhmetov R. G., Physical development of adolescents with different conditions of the arch of the foot, *New Studies*, **4**, 67 (2009).
17. Aristakesyan V. O., Mandrikov V. B., Mitsulina M. P. Dynamics of the morphofunctional state of feet in students of a medical university with combined impaired musculoskeletal system functions, *Modern problems of science and education*, **1**, URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17366> (accessed: 01/26/2020 (2015)).
18. Mansurova G. Sh., Maltsev S. V., Ryabchikov I. V., Features of the formation of the musculoskeletal system of schoolchildren: diseases, causes and possible ways of correction, *Practical medicine*, **17**, **5**, 51 (2019).
19. Stone M., Briody J., Kohn M. R. et al., Bone changes in adolescent girls with anorexia nervosa, *J. Adolesc Health*, **39**, **6**, 835 (2006).
20. Magarey A. M., Boulton T. J., Chatterton B. E. et al., Bone growth from 11 to 17 years: relationship to growth, gender and changes with pubertal status including timing of menarche, *Acta Paediatr*, **88**, **2**, 139 (1999).