




## Оригинальные работы / Original papers

© CC  Коллектив авторов, 2019  
УДК 616.711-007.5:[616.1 + 616.2]  
DOI: 10.24884/1607-4181-2019-26-1-47-53

А. В. Рубинский<sup>1\*</sup>, Л. А. Носкин<sup>2</sup>, Н. Д. Шандыбина<sup>3</sup>, Н. Л. Фролова<sup>3</sup>, К. С. Терновой<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики имени Б. П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»», г. Гатчина, Россия

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский университет)» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА И ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЙ И ДЫХАТЕЛЬНЫЙ СИНХРОНИЗМ

Поступила в редакцию 18.12.18 г.; принята к печати 21.05.19 г.

### Резюме

**Введение.** Излагается методология объективной экспресс-диагностики сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма в зависимости от проявления статических деформаций позвоночника. Обсуждаются подходы к одновременному проведению статических и динамических исследований постурального баланса и спироартериокардиографии.

**Цель работы** — определение взаимного влияния параметров сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма и показателей статического и динамического постурального баланса.

**Материал и методы.** Проведен анализ показателей статического и динамического постурального баланса и показателей сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма среди популяции без манифестированных признаков патологии со стороны исследуемых систем организма.


**Результаты.** Статистически значимые корреляции показателей статической деформации позвоночника наблюдали только с функциональными показателями дыхания. Показатели сердечно-сосудистой и дыхательной синхронизации более стабильны.

**Выводы.** Лордотический вариант, в отличие от кифотического и сколиотического вариантов статической деформации позвоночника, достоверно влияет на функциональные показатели дыхательной системы, а также показатели сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма. Баланс сагиттальных деформаций коррелирует с функциональными показателями сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также с показателями сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма. Важно подчеркнуть, что для поддержания сердечно-сосудистого и дыхательного соответствия при наиболее часто диагностируемых вариантах статических деформаций (кифотической и сколиотической) достоверные модификации в сердечно-сосудистой и дыхательной регуляции наблюдались значительно реже, чем при лордотической деформации.

**Ключевые слова:** спироартериокардиография, статические деформации позвоночника, сердечно-сосудистый и дыхательный синхронизм, постуральный баланс

**Для цитирования:** Рубинский А. В., Носкин Л. А., Шандыбина Н. Д., Фролова Н. Л., Терновой К. С. Оценка влияния статических деформаций позвоночника и постурального баланса на сердечно-сосудистый и дыхательный синхронизм. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2019;26(1):47–53. DOI: 10.24884/1607-4181-2019-26-1-47-53.

\* Автор для связи: Артемий Владимирович Рубинский, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И. П. Павлова» МЗ РФ, 197022, Россия, Санкт-Петербург, д. 6-8. E-mail: [rubinskiyav@1spbmgmu.ru](mailto:rubinskiyav@1spbmgmu.ru).

© CC  Composite authors, 2019  
UDC 616.711-007.5:[616.1 + 616.2]  
DOI: 10.24884/1607-4181-2019-26-1-47-53

Artemy V. Rubinskiy<sup>1\*</sup>, Leonid A. Noskin<sup>2</sup>, Natalia D. Shandybina<sup>3</sup>, Natalia L. Frolova<sup>3</sup>, Konstantin S. Ternovoy<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pavlov University, Russia, St. Petersburg

<sup>2</sup> Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre «Kurchatov Institute», Russia, Gatchina

<sup>3</sup> Institute of Experimental Medicine, Russia, St. Petersburg

<sup>4</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenovskiy University), Russia, Moscow

# EVALUATION OF THE EFFECT OF STATIC DEFORMATIONS OF THE SPINE AND POSTURAL BALANCE ON CARDIOVASCULAR AND RESPIRATORY SYNCHRONISM

Received 18.12.18; accepted 21.05.19

## Summary

**Introduction.** The article described the methodology of the objective express diagnostics of cardiovascular and respiratory synchronism depending on manifestations of static spinal deformities. The approaches to simultaneous static and dynamic studies of postural balance with spiro-arterio-cardiorhythmography were discussed.

The **objective** of the work was to determine the mutual influence of static and dynamic postural balance on cardiovascular and respiratory synchronism.

**Material and methods.** We analyzed indicators of static and dynamic postural balance and indicators of cardiovascular and respiratory synchronism among the population without manifested signs of pathology from the studied body systems.

**Results.** The effect of static spinal deformities was observed only on the functional indicators of respiration. Statistically significant correlations of static spinal deformities were observed only with functional respiratory parameters. Indicators of cardiovascular and respiratory synchronism were not affected.

**Conclusion.** The lordotic variant of the static spinal deformity, in contrast to the kyphotic and scoliotic variant, reliably affected the functional indicators of the respiratory system, as well as the indicators of cardiovascular and respiratory synchronism. The balance of sagittal deformities correlated with functional indicators of cardiovascular and respiratory systems, as well as with indicators of cardiovascular and respiratory synchronism. It was important to emphasize that in order to maintain cardiovascular and respiratory compliance with the most commonly diagnosed variants of static deformity (kyphotic and scoliotic), significant modifications in cardiovascular and respiratory regulation were observed much less frequently than alongside with lordotic deformity.

**Keywords:** spiro-arterio-cardiorhythmography; static deformations of the spine; cardiovascular and respiratory synchronism; postural balance

**For citation:** Rubinskiy A. V., Noskin L. A., Shandybina N. D., Frolova N. L., Ternovoy K. S. Evaluation of the effect of static deformations of the spine and postural balance on cardiovascular and respiratory synchronism. *The Scientific Notes of IPP-SPSMU*. 2019;26(1):47–53. (In Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2019-26-1-47-53.

\* **Corresponding author:** Artemy V. Rubinskiy, Pavlov University, 6-8 L'va Tolstogo street, Saint-Petersburg, Russia, 197022. E-mail: rubinskiyav@1spbgu.ru.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время общепризнано, что регуляция функционального взаимодействия сердечной, сосудистой и дыхательной систем [1, 2] взаимосвязана с постуральным балансом, определяемым осанкой и равновесием тела человека. Это положение основано на экспериментальных и клинико-физиологических данных [3–5]. В наших более ранних исследованиях [6] мы оценивали осанку у детей методом оптической топографии позвоночника и установили достоверные варианты модификаций ритмов сердечно-сосудистой и дыхательной систем, соответствующие статическим деформациям позвоночника. Таким образом, была установлена взаимосвязь сердечно-сосудистых ритмов с различными статическими деформациями позвоночника.

Однако до настоящего времени нет работ, посвященных определению сердечно-сосудисто-дыхательной регуляции (ССДР) в зависимости от постурального баланса. В связи с этим интересно оценить ортостатическую устойчивость человека как модулятор сердечно-сосудистого и дыхательного взаимодействия. Сочетание методов стабилотрии и оптической топографии позвоночника (ТОДП) позволяет устанавливать варианты статических нарушений осанки по параметрам динамической устойчивости тела на стабилотрической платформе. Для решения поставленной задачи

статические и динамические исследования постурального баланса проводили одновременно со спироартериокардиоритмографией (САКР).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Контингент обследуемых.** В обследовании приняли участие 30 добровольцев, отобранных случайно из группы занимающихся оздоровительной физической культурой, которые на момент обследования не имели отягощающей соматической патологии со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем. Гендерный состав – 15 женщин и 15 мужчин, средний возраст исследуемого контингента – (33,8±9,5) года (от 25 до 46 лет).

**Методы исследования.** Всем испытуемым была проведена оценка качества жизни по «Short Form Medical Outcomes Study (SF-36)» [7], функциональное исследование состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем – с помощью аппаратно-программного комплекса «Спироартериокардиоритмограф» (САКР) (регистрационное удостоверение № 29/03020703/5869-04, сертификат соответствия № 7569782), реализующего синхронную запись электрокардиограммы (ЭКГ), непрерывной динамики артериального давления по Пеназу (АД) и ультразвуковой спирографии. Применение ультразвукового метода спирографии позволяет проводить измерения как малых объемов воздуха менее 0,5 л при среднем времени цикла около 4 с при спокойном дыхании,

так и больших потоков — до 8–10 л/с — при разных физиологических состояниях. Кроме того, при исследовании дыхание не должно сдерживаться малым проходным сечением, что дополнительно снижает скорость потока в регистраторе при малых объемах и ужесточает требования к чувствительности прибора. Указанным требованиям распространенные в клиниках спирометры не удовлетворяют, поэтому для прибора САКР был разработан специализированный датчик, основанный на измерении скорости воздушного потока ультразвуковым методом. Предложенный метод измерения скорости воздушного потока не зависит от скорости звука, изменяющейся при разной влажности и температуре воздуха при вдохе и выдохе.

Для сравнительного анализа отягощенности функционального состояния сердечно-сосудисто-дыхательной регуляции рассчитывали следующие показатели:

— индекс «двойного произведения» (ДП), или индекс Робинсона, — отношения произведения числа сердечных сокращений в 1 мин (ЧСС) и систолического артериального давления (САД) к 100:

$$(\text{САД} \cdot \text{ЧСС}) / 100, \text{ мм рт. ст. / мин};$$

— минутный объем кровообращения (МОК) — ударный объем, рассчитанный по формуле Старра УО (мл) =  $100 + 0,5 \cdot \text{ПД} - 0,6 \cdot \text{ДАД} - 0,6 \cdot \text{возраст}$ , где ПД — пульсовое давление; ДАД — диастолическое артериальное давление, умноженный на ЧСС (л/мин) [6];

— минутный объем дыхания (МОД) — произведение дыхательного объема одного дыхательного акта на число дыхательных циклов за 1 мин (л/мин).

Кроме указанных показателей, были проанализированы предложенные нами ранее показатели синхронности сердечно-сосудистой и дыхательной систем [8]:

— удельная обеспеченность дыханием каждого сердечного сокращения ( $\text{МОД} / \text{ЧСС}$ , мл<sub>воздух</sub>);

— удельная обеспеченность кровотока относительно частоты дыхания ( $\text{ДП} / \text{ЧД}$ );

— интегральная обеспеченность кровообращения дыхательным объемом ( $(\text{ДП} \cdot \text{ДО}) / 100$ );

— индивидуальная характеристика степени согласованности сердечно-сосудистой и дыхательной систем ( $\text{МОК} / \text{МОД}$ , л/дых. цикл).

В положении стоя была проведена оптическая топография позвоночника системой «DIERS formetric 4D» (регистрационное удостоверение № 2010/08774, сертификат соответствия № 0606744), реализующей реконструкцию формы поверхности спины с помощью количественного анализа статических деформаций [9]. В данном исследовании мы использовали следующие показатели:

1) угол кифоза (максимальное значение);

2) угол лордоза (максимальное значение);

3) фронтальное отклонение оси позвоночника вправо, влево;

4) отношение угла кифоза к углу лордоза (баланс сагиттальных деформаций).

Обследование САКР было проведено у всех испытуемых в положении сидя и при выполнении дыхательных и нейромоторных функциональных проб. Качество выполнения кинезиологической составляющей пробы Ромберга с открытыми и закрытыми глазами определяли по показателям поструральной устойчивости. Для анализа пострурального баланса использовали стабиллоплатформу «DIERS pedoscan» (регистрационное удостоверение № 2010/08774, сертификат соответствия № 0606744). В работе мы проанализировали следующие поструральные показатели: давление стоп, асимметрия в распределении давления стоп, ротация ног, движение центра тяжести тела, динамическое равновесие.

Для статистической обработки были использованы методы параметрической статистики (математическое ожидание, дисперсия) для выборок, согласующихся с нормальным законом распределения, и непараметрической статистики (данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха  $Me [25\%; 75\%]$ ) для выборок, имеющих распределение, отличное от нормального. Для сравнения результатов было использовано сравнение парных выборок с использованием t-критерия (t) и критерия Вилкоксона (W). Для определения степени согласованности сердечно-сосудистой и дыхательной систем и деформаций осанки использованы коэффициенты корреляции Пирсона (r) и Спирмена (r<sub>s</sub>). Для каждого критерия и коэффициента были рассчитаны p-значения. Достоверным считали уровень значимости 0,05 и ниже.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Общая характеристика контингента.* Согласно оценке качества жизни SF-36, на момент обследования участники не имели отягощающей соматической патологии со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем. По шкале общего здоровья показатель составил 82 [60, 92], а по шкале ментального здоровья —  $(60 \pm 12)$ , что соответствует значениям нормы по популяции [10].

Результаты функционального исследования сердечно-сосудистой и дыхательной систем в покое приведены в табл. 1.

Согласно приведенным значениям функционального обследования сердечно-сосудистой и дыхательной систем, выборка представлена контингентом, имеющим однородные показатели с небольшой вариабельностью. Усредненные значения показателей не выходят за пределы нормальных значений с учетом возраста и гендерного состава.

Значения основных показателей статической деформации осанки, установленных методом ТОДП, приведены в табл. 2.

Таблица 1

Усредненные значения основных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем в положении стоя

Table 1

Average values of the main indicators of cardiovascular and respiratory systems in the standing position

ЧСС, уд./мин	САД, мм рт. ст.	ДАД, мм рт. ст.	ДП, мм рт. ст./мин	МОК, л/мин	ЧДД, мин <sup>-1</sup>	МОД, л/мин	ДО, л
(90±15)	(123±27)	87,1 [76,4; 102,66]	(109,76±25,19)	(4,28±1,38)	(13,38±3,79)	(9,05±2,05)	0,67 [0,56; 0,71]

Таблица 2

Усредненные значения основных показателей статической деформации осанки

Table 2

Average values of the main indicators of the static postural deformities

Угол кифоза, °	Угол лордоза, °	Фронтальное отклонение оси позвоночника (вправо/влево), °	Угол кифоза/угол лордоза, усл. ед.	P <sub>1-2</sub> (t)
(46,82±8,76)	(42,18±8,62)	9 [8; 12,25]	(1,14±0,27)	0,02

Согласно полученным данным, усредненные значения углов кифоза и лордоза составили (46,82±8,76)° и (42,18±8,62)° и статистически достоверно различались (p=0,02). Это позволило ввести коэффициент, равный отношению: угол кифоза/угол лордоза (усл. ед.), названный балансом сагиттальных деформаций. В литературе описывают, как правило, измерение кифотической деформации без учета величины лордотической деформации. Необходимость введения подобного соотношения как интегрального показателя, учитывающего компенсаторные возможности позвоночника ребенка, подчеркивалась в более ранних публикациях [11]. Показатель отношения величины угла кифоза к углу лордоза соответствовал нормальному закону распределения и показал в исследуемой выборке недостоверное преобладание кифотической деформации в (1,14±0,27) раза над лордотической.

Наиболее распространенные сколиотические деформации осанки были нами оценены по пока-

зателю фронтального отклонения оси позвоночника вправо/влево, равного 9° [8°; 12,25°].

Усредненные значения кифотической, лордотической и сколиотической деформаций мы проанализировали с данными авторов, применяющих в исследованиях похожие диагностические системы. Интересно, что при исследовании школьников 11 – 12 лет с использованием аналогичного оборудования были получены значения кифотической 44 [37; 51] и лордотической деформации 40 [34; 45], сопоставимые с полученными нами [12]. Схожие данные были получены и в других исследованиях [13], что согласуется с утверждениями о формировании физиологических изгибов позвоночника в дошкольном возрасте.

Функциональная отягощенность ССДР при статических деформациях позвоночника. Для установления степени отягощенности ССДР при статических деформациях позвоночника был проведен корреляционный анализ, результаты которого приведены в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между основными показателями гемодинамики, дыхательной системы и показателями статической деформации позвоночника

Table 3

Correlation coefficients between the main indicators of hemodynamics, respiratory system and indicators of static spinal deformities

Показатель осанки		МОД	ЧДД	ЧСС	САД	ДАД	ДО	ДП	МОК
Угол кифоза/угол лордоза, усл. ед.	r <sub>c</sub>	0,27	-0,4	0,06	0,11	0,18	0,54	0,087	0,087
	p	0,15	0,03	0,73	0,59	0,35	0,002	0,65	0,39
Угол кифоза, °	r <sub>c</sub>	-0,07	-0,02	0,21	0,02	0,09	-0,08	0,054	0,054
	p	0,98	0,93	0,27	0,9	0,65	0,66	0,78	0,92
Угол лордоза, °	r <sub>c</sub>	-0,29	0,37	0,13	-0,15	-0,17	-0,6	-0,063	-0,063
	p	0,13	0,05	0,49	0,42	0,39	<0,001	0,74	0,32
Фронтальное отклонение оси позвоночника (вправо/влево), °	r <sub>c</sub>	0,12	-0,19	-0,04	-0,04	-0,05	0,1	-0,067	-0,067
	p	0,53	0,31964	0,8	0,82	0,79	0,58	0,73	0,98

Таблица 4

**Коэффициенты корреляции между показателями сердечно-сосудистой, дыхательной синхронизации и выраженностью деформации осанки**

Table 4

**The correlation coefficients between the indicators of cardiovascular, respiratory synchronization and the degree of spinal deformities**

Параметр осанки		МОД/ЧСС, мл	ДП/ЧД, мм рт. ст.	(ДП·ДО)/100	МОК/МОД
Угол кифоза/угол лордоза, усл. ед.	$r_c$	0,24	0,46	0,58	-0,33
	p	0,21	0,01	0,001	0,08
Угол кифоза, °	$r_c$	-0,12	0,1	0,1	-0,14
	p	0,55	0,6	0,87	0,45
Угол лордоза, °	$r_c$	-0,42	-0,32	-0,49	0,31
	p	0,02	0,09	0,008	0,1
Фронтальное отклонение оси позвоночника (вправо/ влево), °	$r_c$	0,19	0,043	0,19	-0,066
	p	0,34	0,82	0,32	0,73

Статистически значимые корреляции показателей статической деформации позвоночника мы наблюдали только относительно функциональных показателей дыхания. Так было установлено, что показатель лордотической деформации имеет статистически достоверную отрицательную корреляцию с дыхательным объемом ( $p < 0,001$ ) и менее статистически значимую положительную с частотой дыхания ( $p = 0,05$ ). Показатель отношения углов кифоза и лордоза (баланс сагиттальных деформаций) также выявил статистически достоверную положительную корреляцию с дыхательным объемом ( $p = 0,002$ ) и отрицательную корреляцию с частотой дыхания ( $p = 0,03$ ). Статистически значимой корреляции между углом кифоза и функциональными показателями не наблюдали. Таким образом, функциональная перестройка глубины дыхания требуется только при увеличении лордотической деформации. Компенсация кифотической деформации менее выражена. Установленные различия необходимо учитывать для адекватного назначения коррекционных мероприятий. Вместе с тем была установлена корреляция объема дыхания и показателей статической деформации осанки, что говорит о наличии внутрисистемных регуляторных механизмов. Варианты корреляции между показателями сердечно-сосудистой и дыхательной синхронизации и выраженностью статической деформации осанки приведены в табл. 4.

Аналогично предыдущим наблюдениям, статистически достоверная корреляционная связь показателей сердечно-сосудистой и дыхательной синхронизации наблюдалась только относительно показателя лордотической деформации. В то же время показатель баланса сагиттальных деформаций осанки статистически достоверно ( $p = 0,01$ ) коррелировал с величиной удельной обеспеченности кровотока (ДП/ЧД, мм рт. ст.). С величиной лордотической деформации также наблюдается корреля-

ция, но слабая ( $r_c = 0,32$ ). Показатель интегральной обеспеченности кровообращения дыхательным объемом ((ДП·ДО)/100) статистически достоверно коррелировал с показателями лордотической и баланса сагиттальных деформаций ( $p = 0,008$  и  $p = 0,001$  соответственно). Отношение МОК/МОД не коррелировало с показателями лордотической и баланса сагиттальных деформаций ( $r_c = 0,31$  и  $-0,33$  соответственно). На наш взгляд, это говорит о том, что влияние статических деформаций позвоночника на показатели гемодинамики и дыхания снижено за счет межсистемного взаимодействия последних.

Таким образом, во всех случаях преимущественный вариант сцепленности мы наблюдали при лордотической предикции. Напомним, что отношение МОК/МОД характеризует степень синхронизации сердечно-легочных регуляторных систем. Отсюда следует, что наличие деформаций осанки с близкой вероятностью модифицирует индекс синхронизации как в сторону повышения его значений, так и в сторону снижения. Другими словами, критерий синхронизации относится к определителю функциональной недостаточности сердечно-сосудистой и дыхательной синхронизации.

Обратим внимание, что тестирование функциональных напряжений в сердечно-сосудистой и дыхательной регуляции осуществлялось как с помощью принятых в кардиологической практике показателей, в том числе ДП, так и с помощью параметров, полученных САКРом, впервые используемых в изучении степени дисрегуляторного влияния статических деформаций позвоночника на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Традиционный подход в основном предлагает дифференцировать негативное влияние только кифотических и сколиотических вариантов осанки, в то время как САКР позволяет сравнивать функциональную напряженность сердечно-сосудистой и дыхательной синхронизации при всех вариантах статических деформаций позвоночника. Это и является главным преимуществом САКР.

## ВЫВОДЫ

1. Использована методика комплексного исследования статического и динамического пострурального статуса. Оценка функциональной отягощенности пострурального статуса проведена на основе полисистемного определения функциональной стабильности сердечно-сосудисто-дыхательной регуляции.

2. Нарушения сердечно-сосудистого и дыхательного сопряжения выявлено у 50 % обследованных с выраженными нарушениями статического пострурального статуса, а выраженные девиации динамического пострурального статуса не сопряжены с функциональным балансом сердечно-сосудистой системы.

3. Наиболее часто сдвиги в поструральном статусе сопровождаются девиацией в регуляции дыхательной системы (40 %), по сравнению с изменением регуляции в сердечно-сосудистой системе (27 %).

4. Выявление вариантов поструральных напряжений, отягощенных сдвигами в сердечно-сосудисто-дыхательной регуляции, важно для выбора персонализированного подхода в физической реабилитации.

### Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов.

### Conflicts of interest

Authors declare no conflict of interest.

### Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов. Протокол исследования одобрен на заседании этического комитета Института экспериментальной медицины (протокол № 3/17 от 30.11.2017 г.).

### Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information. The research protocol was approved at the meeting of the Ethics Committee of the Institute of Experimental Medicine (Protocol № 3/17 of 30.11.2017).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дони́на Ж. А., Лаврова И. Н., Баранов В. М. Межсистемные соотношения дыхания и гемодинамики в начальном периоде поструральных воздействий // Бюлл. эксперимент. биол. и мед. – 2013. – Т. 155, № 3. – С. 271–274.  
2. Сергеев Т. В., Суворов Н. Б., Толкачëв П. И. и др. Влияние поструральных нагрузок колебательного характера на параметры сердечного ритма // Вестн. новых мед. технол. – 2016. – Т. 23, № 1. – С. 79–85.

3. Грибанов А. В., Шерстенникова А. К. Физиологические механизмы регуляции пострурального баланса человека (обзор) // Вестн. Северного (Арктического) федерального ун-та. Серия: Медико-биолог. науки. – 2013. – № 4. – С. 20–29.

4. Гайдук А. А., Потанчук А. А. Физическая реабилитация детей школьного возраста со статическими нарушениями опорно-двигательного аппарата // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. – 2012. – Т. 19, № 1. – С. 116–118.

5. Вевецева Ю. Л., Куница М. Н., Мельников А. Х. Стабилометрия у молодых: от биомеханики к психологии // Вестн. новых мед. технол. – 2012. – Т. 19, № 1. – С. 215–217.

6. Объективный мониторинг функционального состояния сердечно-сосудистой и легочной систем у детей младшей возрастной группы с дефектами речи и слуха / Л. А. Носкин, А. В. Рубинский, Т. В. Воробьева, Н. Д. Шандыбина // Патогенез. – 2015. – Т. 13, № 2. – С. 31–35.

7. SF-36 Health Survey. Manual and Interpretation Guide, Lincoln / J. E. Ware, K. K. Snow, M. Kosinski, B. Gandek. – RI: Quality Metric Incorporated, 2000. – 150 p.

8. Носкин Л. А., Рубинский А. В., Романчук А. П. и др. Изучение сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма при различных режимах дыхания // Патогенез. – 2018. – Т. 16, № 4. – Р. 90–96. Doi: 10.25557/2310-0435.2018.04.90-96.

9. Starr I. Clinical tests of the simple method of estimating cardiac stroke volume from blood pressure and age // *Circulation*. – 1954. – № 9. – Р. 664–668.

10. Амирджанова В. Н., Горячев Л. В., Коршунов Н. И. и др. Популяционные показатели качества жизни по опроснику SF-36 (результаты многоцентрового исследования качества жизни «МИРАЖ») // Ревматология. – 2008. – Т. 46, № 1. – С. 36–48.

11. Экспертиза нарушений осанки детей и подростков при оптической топографии позвоночника в условиях образовательных учреждений. – М.: МИОО, 2008. – 32 с.

12. Цуканов А. Н., Чарнаштан Д. В., Валетко А. А. и др. Диагностика статических деформаций позвоночника методом топографической фотометрии в динамике до и после реабилитационных мероприятий у детей школьного возраста // Проблемы здоровья и экологии. – 2016. – Т. 49, № 3. – С. 44–47.

13. Рентгенография и компьютерная оптическая топография в диагностике функциональных нарушений позвоночника и таза у детей и подростков / А. В. Гайдук, Е. А. Сотникова, Л. Я. Агеева, Р. В. Малкин // Соврем. пробл. науки и образования. – 2016. – № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24691> (дата обращения 18.12.2018).

## REFERENCES

1. Donina Zh. A., Lavrova I. N., Baranov V. M. Mezhsistemnyye sootnosheniya dykhaniya i gemodinamiki v nachal'nom periode postural'nykh vozdeystviy. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny*. 2013;155(3):271–274. (In Russ.).  
2. Sergeev T. V., Suvorov N. B., Tolkachëv P. I., Belov A. V., Garaba M. I. Vliyaniye postural'nykh nagruzok kolebatel'nogo kharaktera na parametry serdechnogo ritma. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2016;23(1):79–85. (In Russ.).  
3. Griбанov A. V., Sherstennikova A. K. Fiziologicheskiye mekhanizmy regulyatsii postural'nogo balansa cheloveka (obzor). *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskiye nauki*. 2013; (4):20–29. (In Russ.).

4. Gayduk A. A., Potapchuk A. A. Fizicheskaya reabilitatsiya detey shkol'nogo vozrasta so staticheskimi narusheniyami oporno-dvigatel'nogo apparata. Uchenyye zapiski SPBGMU im. akad. I. P. Pavlova. 2012;19(1):116–118. (In Russ.).
5. Venevtseva Yu. L., Kunitsa M. N., Mel'nikov A. Kh. Stabilometriya u molodykh: ot biomekhaniki k psikhologii. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(1):215–217. (In Russ.).
6. Noskin L. A., Rubinskiy A. V., Vorob'yeva T. V., Shandybina N. D. Ob'yektivnyy monitoring funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy i legochnoy sistem u detey mladshey vozrastnoy gruppy s defektami rechi i slukha. Patogenez. 2015;13(2):31–35. (In Russ.).
7. Ware J. E., Snow K.K., Kosinski M., Gandek V. Sf-36 Health Surve-y. Manuyel and Interpretation Guide, Lincoln, RI: Quality Metric Incorporated, 2000:150.
8. Noskin L. A., Rubinskiy A. V., Romanchuk A. P., Marchenko V.N., Pivovarov V.V., Cherepov A. B., Zarovkina L. A. Izucheniye serdechno-sosudistogo i dykhatel'nogo sinkhronizma pri razlichnykh rezhimakh dykhaniya. Patogenez. 2018;16(4):90–96. (In Russ.). Doi: 10.25557/2310-0435.2018.04.90-96.
9. Starr I. Clinical tests of the simple method of estimating cardiac stroke volume from blood pressure and age. Circulation. 1954;(9):664–668.
10. Amirdzhanova V. N., Goryachev L. V., Korshchnov N. I., Rebrov A. P., Sorotskaya V. N. Populyatsionnyye pokazateli kachestva zhizni po oprosniku SF-36 (rezul'taty mnogotsentrovogo issledovaniya kachestva zhizni «MIRAZH»). Revmatologiya. 2008;46(1):36–48. (In Russ.).
11. Ekspertiza narusheniy osanki detey i podrostkov pri opticheskoy topografii pozvonochnika v usloviyakh obrazovatel'nykh uchrezhdeniy. Moscow, MIOO, 2008:32. (In Russ.).
12. Tsukanov A. N., Charnashtan D. V., Valetko A. A., Grakovich R. I., Bronskaya K. V., Chechetin D. A. Diagnostika staticheskikh deformatsiy pozvonochnika metodom topograficheskoy fotometrii v dinamike do i posle reabilitatsionnykh meropriyatiy u detey shkol'nogo vozrasta. Problemy zdorov'ya i ekologii. 2016;49(3):44–47. (In Russ.).
13. Gayduk A. A., Sotnikova E. A., Ageyeva L. Ya., Mal'kin R. V. Rentgenografiya i komp'yuternaya opticheskaya topografiya v diagnostike funktsional'nykh narusheniy pozvonochnika i taza u detey i podrostkov. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2016;(3). (In Russ.). Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24691> (accessed 18.12.2018).