

Храмцов П.И.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ МЫШЦ В ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 119991, Москва

*В статье обсуждаются возможности использования результатов функционального мышечного тестирования в гигиенической оценке профилактической эффективности физического воспитания младших школьников. Представлены результаты оценки функционального состояния грудных мышц и мышц плечевого пояса, мышц таза и нижних конечностей у 59 детей первых классов в динамике двух лет обучения в процессе дифференцированного по полу физического воспитания (класс девочек и класс мальчиков). Вариативная часть образовательной программы физического воспитания включала отдельные блоки, ориентированные на развитие у девочек преимущественно гибкости и координации, у мальчиков – силы и выносливости. Установлено, что наиболее часто закрепощение мышц было характерно для грудных мышц и мышц плечевого пояса по сравнению с мышцами таза и нижних конечностей. Выявлены особенности распространения закрепощённых мышц и динамики их функционального состояния у детей разного пола в процессе обучения. Делается вывод о целесообразности использования функционального мышечного тестирования в гигиенической оценке профилактической эффективности физического воспитания младших школьников.*

**Ключевые слова:** функциональное состояние мышц; мышечные тесты; младшие школьники; физическое воспитание; профилактическая эффективность.

**Для цитирования:** Храмцов П.И. Функциональное тестирование мышц в гигиенической оценке профилактической эффективности физического воспитания младших школьников. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(9): 848-853. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-848-853>

**Для корреспонденции:** Храмцов Пётр Иванович, доктор мед. наук, проф., зав. лаб. новых технологий в гигиене детей и подростков ФГАУ «Национальный научно-практический центр здоровья детей» Минздрава РФ. E-mail: [pikhramtsov@gmail.com](mailto:pikhramtsov@gmail.com).

*Khramtsov P.I.*

### FUNCTIONAL TESTING OF THE MUSCLES IN THE HYGIENIC EVALUATION OF THE PREVENTIVE EFFICACY OF PHYSICAL EDUCATION IN PRIMARY SCHOOL

*National Medical Research Center of Children's Health, Moscow, 11999, Russian Federation*

*The possibility of using the results of functional muscle testing in the evaluation of the preventive efficacy of the physical education of children in primary school is discussed. The results of the evaluation of the functional state of the pectoral muscles and muscles of the shoulder girdle, muscles of the pelvis and lower extremities in 59 first grade pupils in the dynamics of 2 years of the learning of the physical education differentiated according to the gender (the grade of girls and the grade of boys). The elective part of the educational program of physical education consisted of separate units focused on the development of mainly flexibility and coordination in girls, strength, and endurance – in boys. It is established that most often the decreasing of muscles elasticity was characteristic of pectoralis muscles and shoulder girdle muscles compared to the muscles of the pelvis and lower extremities. Peculiarities of the distribution of the enslavement of muscles and the dynamics of their functional state in children of different genders in the learning process are established. The conclusion about the expediency of functional muscle testing for hygienic evaluation of the preventive efficacy of physical education in primary school was made.*

**Key words:** functional state of the muscles; muscles tests; primary schoolchildren; physical education; preventive efficiency.

**For citation:** Khramtsov P.I. Functional testing of the muscles in the hygienic evaluation of the preventive efficacy of physical education in primary school. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(9): 848-853. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-848-853>

**For correspondence:** Petr I. Khramtsov, MD, Ph.D., DSci., professor, head of the Laboratory of new technologies in the hygiene of children and adolescents of the National Medical Research Center of Children's Health, Moscow, 11999, Russian Federation. E-mail: [pikhramtsov@gmail.com](mailto:pikhramtsov@gmail.com).

#### **Information about authors:**

Khramtsov P.I., <http://orcid.org/0000-0002-0476-0969>

*Acknowledgment.* The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of the project 16-06-00455 "Development of an algorithm, technologies and a program to form a unified preventive environment for educational organizations based on the system integration of forms of physical activity and means of physical education of students".

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

Received: 31 July 2017

Accepted: 24 April 2018

Оценка профилактической эффективности физического воспитания младших школьников является одним из необходимых условий его гигиенической оптимизации [1]. Для установления особенностей влияния физических нагрузок на функциональное состояние организма обуча-

ющихся в процессе их физического воспитания проводится исследование состояния сердечно-сосудистой системы как ведущей системы вегетативного обеспечения различных видов деятельности [2]. Вместе с тем потенциальный профилактический резерв физического воспитания во

многим зависит от состояния костно-мышечной системы, непосредственно участвующей в реализации физкультурно-спортивной деятельности [3]. Следует также отметить, что функциональное состояние мышц определяет особенности морфологических проявлений осанки, имеющей важное профилактическое значение в формировании здоровья детей и подростков. Ранее проведённые исследования свидетельствуют о том, что неоптимальное функциональное состояние мышечно-связочного аппарата в виде закреплённых мышц является достаточно распространённым явлением в детском возрасте [4].

Цель работы – установить возможности функционального мышечного тестирования в гигиенической оценке профилактической эффективности физического воспитания младших школьников.

## Материал и методы

Проведено функциональное тестирование грудных мышц, мышц плечевого пояса, спины, таза и нижних конечностей у 59 детей (28 девочек и 31 мальчик) первых классов МОАУ «Земская гимназия» г. Балашиха (директор – канд. пед. наук Г.В. Кравченко) для оценки динамики их функционального состояния в течение двух лет обучения.

Отличительной особенностью организации образовательного процесса в гимназии является дифференцированное по полу обучение, в том числе физическое воспитание (класс девочек или класс мальчиков). Вариативная часть образовательной программы физического воспитания включала отдельные блоки, ориентированные на развитие у девочек преимущественно гибкости и координации, у мальчиков – силы и выносливости.

Исследование проведено с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС). От родителей детей, участвовавших в исследовании, получены письменные информированные согласия, одобренные локальным независимым этическим комитетом (ЛНЭК) ФГАУ «ННПЦЗД» Минздрава России.

Оценка функционального состояния грудных мышц (большая и малая грудные мышцы) плечевого пояса (передние зубчатые мышцы, трапециевидная мышца) проводилась на основе анализа результатов мышечного тестирования по степени ограничения объёма движений в плечевых суставах [5 – 7]. В процессе выполнения тестов детям предлагалось сцепить пальцы кистей рук за спиной «в замок»: тест 1 – правая рука вверх – левая вниз; тест 2 – левая рука вверх – правая вниз. Результаты тестирования оценивались по трём градациям: тест выполнен в полном объёме, выполнен частично и не выполнен.

Такая методика была применена ранее при оценке функционального состояния мышц у обучающихся пятых классов, позволившая выявить особенности распространения закреплённых мышц у детей в зависимости от пола [4].

Функциональное состояние мышц таза (подвздошно-поясничная, грушевидная, ягодичные мышцы) и нижних конечностей (полусухожильная, полуперепончатая и двуглавая мышцы бедра, камбаловидная и икроножная мышцы) оценивалось на основе анализа результатов выполнения теста на приседание (руки в сторону под углом 45°, стопы параллельны, пятки не поднимаются над полом). В процессе тестирования определялось положение таза в сагиттальной (выше, на уровне и ниже уровня коленей) и горизонтальной (срединное положение, отклонение от него вправо или влево) плоскостях, а также отклонение оси правой и левой голени от вертикальной линии. Эта методика является модифицированным вариантом ком-

пьютерной экспресс-оценки функционального состояния мышц таза и нижних конечностей с помощью аппаратно-программного комплекса FlexiScan [8].

Функциональное состояние мышц спины (паравертебральные мышцы, крестцово-остистые мышцы) оценивалось по результатам выполнения теста, состоящего из максимального наклона туловища вперёд при разогнутых коленях. Тест позволяет оценить суммарную подвижность, достигаемую за счёт подвижности позвоночника и тазобедренных суставов. Тугоподвижность позвоночника может компенсироваться достаточной амплитудой движений в тазобедренных суставах [5]. Результаты выполнения теста представляются в виде двух вариантов: тест выполнен в полном объёме (кисть касается пола ладонью или пальцами) и тест не выполнен (пальцы не касаются пола). Тест традиционно используется для оценки физического качества гибкости и включён в систему тестов для оценки физической подготовленности обучающихся в образовательных организациях.

Известно, что функциональное состояние мышц характеризуется показателями силы, выносливости и эластичности. В настоящем исследовании проведена оценка функционального состояния мышц только по показателю эластичности. При закреплении мышц, формируемом в процессе их длительного напряжения, эластичность снижается. Отражением такого состояния является ограничение объёма движений в суставах, что устанавливается на основании оценки результата выполнения тестов при функциональном мышечном тестировании.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета прикладных программ. Для проверки гипотезы о различии относительных величин использовался *t*-критерий с последующим сравнением его значений с критическими точками распределения Стьюдента.

## Результаты

Результаты функционального тестирования грудных мышц и мышц плечевого пояса у детей первых классов в динамике двух лет обучения, включающие оценку выполнения теста 1 и теста 2 дифференцированно девочками и мальчиками, приведены в табл. 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на первом году обучения в полном объёме тест 1 выполнили 43,9% детей; не выполнили тест 1 45,6% детей. При этом значимых различий в качестве выполнения теста 1 между мальчиками и девочками не установлено.

На втором году обучения тест 1 в полном объёме выполнили 64,7% детей; не выполнили – 25,5% детей. В динамике наблюдения в процессе дифференцированного физического воспитания количество детей, выполнивших тест в полном объёме, увеличилось в 1,5 раза, а количество детей, не выполнивших тест 1, сократилось в 1,8 раза.

Аналогичные данные были получены при сравнении результатов выполнения теста 2. На первом году обучения количество детей, выполнивших тест 2 в полном объёме, составило 38,6%; не выполнило тест 47,4% детей; на втором году обучения, соответственно, 45,1 и 41,2% детей. Отмечена тенденция улучшения качества выполнения теста 2, однако степень улучшения не столь выражена, как это было установлено при оценке результатов теста 1. Так, количество девочек, выполнивших тест 2 в полном объёме, в динамике обучения не изменилось.

Следует отметить, что результаты выполнения теста 1 и теста 2 на первом году обучения не имели значимых различий ни у мальчиков, ни у девочек. На втором же году

**Результаты функционального тестирования грудных мышц и мышц плечевого пояса у детей, дифференцированных по полу, первых классов в динамике двух лет обучения**

Класс	Первый год обучения (n = 57)						Второй год обучения (n = 51)					
	тест выполнен в полном объёме		тест выполнен частично		тест не выполнен		тест выполнен в полном объёме		тест выполнен частично		тест не выполнен	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
<i>Тест 1</i>												
Класс девочек	12	46,2	2	7,6	12	46,2	14	58,3*	4	16,7**	6	25,0**
Класс мальчиков	13	41,9	4	12,9	14	45,2	19	70,4***	1	3,7***	7	25,9**
Всего...	25	43,9	6	10,5	26	45,6	33	64,7***	5	9,8***	13	25,5***
<i>Тест 2</i>												
Класс девочек	10	38,6	4	16,2	12	46,2	9	37,5	5	16,2***	10	41,7
Класс мальчиков	12	38,7	4	12,9	15	48,4	14	51,9*	2	12,9***	11	40,7*
Всего...	22	38,6	8	14,0	27	47,4	23	45,1	7	13,7***	21	41,2

Примечание. \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  (различия между первым и вторым годами обучения).

обучения эти различия носили более выраженный характер в большей степени за счёт улучшения результатов выполнения теста 1. Проведённые ранее исследования с участием обучающихся пятых классов позволили получить результаты, также свидетельствующие о более низком качестве выполнения теста 2 по сравнению с результатами выполнения теста 1 [4]. По-видимому, разница в результатах выполнения тестов 1 и 2 обусловлена особенностями формирования закрепощений грудных мышц и мышц плечевого пояса, связанными с мануальной асимметрией у детей в процессе их учебной деятельности.

Таким образом, проведённые исследования позволили установить положительное влияние дифференцированного по полу физического воспитания на функциональное состояние грудных мышц и мышц плечевого пояса у младших школьников.

Результаты тестирования задней группы мышц бедра и мышц голени у детей дифференцированных по полу первых классов в динамике двух лет обучения приведены в табл. 2.

Показателем закрепощения этих мышц явилось положение таза выше уровня коленных суставов.

Полученные результаты мышечного тестирования свидетельствуют о том, что на первом году обучения большинство детей (86,2%) выполнили функциональный тест на приседание в полном объёме. В динамике обучения количество таких детей увеличилось до 94,6% ( $p < 0,01$ ), а количество детей, не выполнивших тест уменьшилось с 13,8% до 5,4% ( $p < 0,01$ ). Более часто благоприятные изменения

функционального состояния мышц задней группы бедра и мышц голени отмечались у мальчиков: количество детей, выполнивших тест в полном объёме, увеличилось на 13,4% ( $p < 0,001$ ), у девочек – на 3,0% ( $p > 0,05$ ); не выполнивших тест в полном объёме, уменьшилось на 80,2% ( $p < 0,001$ ), у девочек – на 3% ( $p > 0,05$ ).

Результаты функционального тестирования, приводящих и отводящих мышц бедра у детей, дифференцированных по полу, первых классов в динамике двух лет обучения представлены в табл. 3.

Показателем закрепощения приводящих и отводящих мышц бедра явились отклонения таза в горизонтальной плоскости вправо или влево от срединного положения, а также отклонение осей обеих голени или одной голени от вертикальной линии.

Приведённые в табл. 3 данные свидетельствуют о положительной динамике функционального состояния приводящих и отводящих мышц бедра. При первом тестировании отклонений положения таза вправо или влево у девочек не установлено, у мальчиков отклонения отмечены в 23,3% случаев. Наиболее часто (у 43,1% детей) отмечались отклонения осей голени от вертикали (у 39,3% девочек и у 46,6% мальчиков). При повторном тестировании отклонений таза в горизонтальной плоскости у мальчиков не выявлено, хотя при тестировании на первом году обучения их было 46,6%. Количество этих отклонений у девочек отмечены в 3,8% случаев. Количество девочек с отклонениями оси голени от вертикали в динамике обучения уменьшилось в 10 раз и составило 3,8%.

Таким образом, в динамике двух лет обучения отмечены положительные изменения функционального состояния задней группы мышц бедра и мышц голени, а также приводящих и отводящих мышц бедра у обучающихся дифференцированных по полу первых классов.

Результаты функционального тестирования мышц спины у детей первых классов в динамике обучения представлены в табл. 4.

Полученные данные (см. табл. 4) свидетельствуют об отсутствии различий в распространённости закрепощённых мышц спины в динамике обучения. На первом и втором году обучения мальчиков

**Результаты функционального тестирования задней группы мышц бедра и мышц голени у детей, дифференцированных по полу, первых классов в динамике двух лет обучения**

Класс	Первый год обучения (n = 58)				Второй год обучения (n = 56)			
	тест выполнен в полном объёме		тест не выполнен		тест выполнен в полном объёме		тест не выполнен	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Класс девочек	25	89,3	3	10,7	24	92,3	2	7,7
Класс мальчиков	25	83,3	5	16,7	29	96,7***	1	3,3***
Всего...	50	86,2	8	13,8	53	94,6**	3	5,4**

Примечание. Здесь и в табл. 2: \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  (различия между первым и 2 вторым годами обучения).

**Результаты функционального тестирования приводящих и отводящих мышц бедра у детей, дифференцированных по полу первых классов в динамике двух лет обучения**

Класс	Первый год обучения (n = 58)						Второй год обучения (n = 56)					
	отсутствие отклонений таза и оси голени		отклонение таза вправо или влево		отклонение оси голени от вертикали		отсутствие отклонений таза и оси голени		отклонение таза вправо или влево		отклонение оси голени от вертикали	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Класс девочек	17	60,7	0	0,0	11	39,3	24	92,4***	1	3,8**	1	3,8***
Класс мальчиков	9	30,0	7	23,3	14	46,7	29	96,7***	1	3,3***	0	0,0***
Всего...	26	44,8	7	12,1	25	43,1	53	94,6***	2	3,6**	1	1,8***

с таким состоянием мышц было 56,0 и 58,8% ( $p > 0,05$ ) соответственно, девочек – 23,3 и 20,0%, ( $p > 0,05$ ) соответственно. Отсутствие достоверных изменений в функциональном состоянии мышц спины в динамике двух лет обучения является свидетельством влияния чрезмерных длительных статических нагрузок в положении сидя во время уроков в школе и при подготовке домашних заданий, а также недостаточностью или неадекватностью физических упражнений, используемых на уроках физического воспитания.

**Обсуждение**

Длительные статические нагрузки, которые испытывают обучающиеся в процессе образовательной деятельности, оказывают неблагоприятное влияние на физиологические системы растущего организма [9]. Исследованиями К. Pgovaznik с соавт. установлено, что с возрастом у школьников происходит укорочение мышц, участвующих в поддержании позы [10]. Х. Сейффарт отмечал закрепощение мышц и развитие миозов у детей школьного возраста вследствие нерациональной организации образовательного процесса [11].

Функциональное тестирование мышц применялось К. Pgovaznik с соавт. [10] для характеристики возрастных особенностей функциональных отклонений в мышечной системе у 846 школьников в возрасте от 10 до 15 лет. В результате проведенных исследований было установлено, что с возрастом происходит увеличение силы мышц, участвующих в движении (фазические мышцы; состояние определялось по силе их сокращений), особенно у мальчиков, и укорочение (закрепощение) мышц, обеспечивающих устойчивое положение тела в статике (тонические мышцы; состояние определялось по степени их растяжения). Фазические мышцы обладают способностью к быстрому сокращению, в них относительно мало кровеносных капилляров, в результате чего имеется тенденция к быстрому накоплению молочной кислоты, что вызывает утомление. При мышечных дисфункциях фазические мышцы, как правило, ослабевают, находясь в состоянии растяжения [12]. Тонические или постуральные мышцы обладают способностью к длительному сокращению, при котором лишь часть волокон напряжена, а остальные расслаблены. Это приводит к сокращению мышцы без перемещения. При тоническом сокращении мышечные волокна функционируют асинхронно: участки напряжения плавно чередуются с участками расслабления, в результате чего мышечное напряжение может поддерживаться в течение длительного времени. Тонические мышцы отвечают за позу, удерживают положение тела, противодействуя силе тяжести. Они обильно снабжены кровеносными капиллярами, отличаются способностью длительное время работать без утомления. Для них характерна низкая скорость накопления молочной кислоты. При мышечных

дисфункциях тонические мышцы, как правило, укорачиваются.

Если динамика функционального состояния фазических мышц рассматривается как благоприятная, обусловленная естественными процессами роста и развития организма, то изменения тонических (постуральных) мышц расцениваются как функциональные отклонения, связанные с неблагоприятными факторами обучения в школе (длительные статические нагрузки, нерациональный режим двигательной активности и др.).

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости оценки и контроля за функциональным состоянием мышечной системы у детей в процессе их обучения в образовательных организациях, а также об актуальности и обоснованности исследования функционального тестирования мышц в гигиенической оценке профилактической эффективности физического воспитания младших школьников.

Исследование функционального состояния мышечной системы у детей в процессе обучения следует рассматривать в качестве информативного средства оптимизации их образовательной деятельности, в том числе физкультурно-спортивной. Исходное состояние мышц влияет на качество выполнения физических упражнений и различных тестовых заданий, а также на результативность физического воспитания в целом.

К сожалению, оценке состояния мышечно-связочного аппарата в настоящее время не уделяется достаточного внимания педагогами и медиками образовательных организаций и не учитывается потенциальный профилактический ресурс физического воспитания, организация которого оптимизирована на основании результатов оценки функционального состояния мышц.

В качестве основных критериев оптимизации организации физического воспитания традиционно используются показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы, как наиболее чувствительные

Таблица 4

**Результаты функционального тестирования мышц спины у детей, дифференцированных по полу, первых классов в динамике двух лет обучения**

Класс	Первый год обучения (n = 55)				Второй год обучения (n = 59)			
	тест выполнен в полном объеме		тест не выполнен		тест выполнен в полном объеме		тест не выполнен	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Класс девочек	23	76,7	7	23,3	24	80,0	6	20,0
Класс мальчиков	11	44,0	14	56,0	12	41,4	17	58,8
Всего...	34	61,8	21	38,2	36	61,0	23	39,0

индикаторы влияния физических нагрузок на детский организм. Данная статья ставит целью привлечь внимание специалистов педагогического и медицинского профиля к необходимости функционального мышечного тестирования для оценки и контроля состояния мышечно-связочного аппарата у детей в процессе их обучения в образовательных организациях.

Полученные данные свидетельствуют о высокой степени распространённости закреплённых мышц, даже у обучающихся первых классов, только приступивших к систематическому обучению. Этому есть объяснение. За год до поступления в школу дети начинают усиленно готовиться к школе в детском саду, а также посещать дополнительные занятия вне детского сада. Это особенно заметно при сравнительном анализе образа жизни дошкольников старших и подготовительных групп. По данным исследований [13] дети подготовительных групп по сравнению с детьми старших групп в 1,5 раза чаще посещают дополнительные занятия по подготовке к школе, соответственно, 64,1 и 43,9% ( $p < 0,001$ ) в детском саду и 53 и 31,6% ( $p < 0,001$ ) – вне детского сада.

Современные образовательные программы и педагогические установки предъявляют чрезмерно высокие требования к организму обучающихся. Помимо ежедневных уроков, дети вынуждены много времени уделять подготовке домашних заданий. Причём, все эти занятия происходят в режиме статических нагрузок в положении сидя, наиболее утомительных для детей с несформированной и неокрепшей костно-мышечной системой.

С биомеханических позиций положение сидя характеризуется целым рядом негативных эффектов, влияющих на развитие, здоровье и работоспособность детского организма. Одним из таких эффектов длительного напряжённого состояния мышечно-связочного аппарата при сохранении рабочей позы во время учебных занятий является закрепощение мышц, поддерживающих позу в статическом положении. К этим мышцам относятся грудные мышцы (большие грудные), мышцы плечевого пояса (дельтовидные, верхняя часть трапециевидной мышцы), мышцы спины (паравертебральные), мышцы таза (подвздошно-поясничные и грушевидные) и нижних конечностей (мышцы задней поверхности бедра, отводящие и приводящие мышцы бедра, икроножные мышцы).

Функциональному тестированию этих мышц было посвящено настоящее исследование. Мышечные тесты были сгруппированы в зависимости от локализации тех мышц, на оценку функционального состояния которых они были направлены: 1 группа – мышечные тесты для оценки состояния грудных мышц и мышц плечевого пояса, 2 группа – мышцы спины и 3 группа – мышцы таза и нижних конечностей.

Установлено, что чуть менее половины детей (как мальчики, так и девочки) смогли в полном объеме выполнить мышечные тесты 1 группы. Различий между мальчиками и девочками не выявлено. На втором году обучения при повторном тестировании таких детей стало больше: в 1,7 раза среди мальчиков и в 1,3 раза среди девочек.

Функциональное состояние грудных мышц и мышц плечевого пояса во многом определяется рабочей позой ребенка во время письма и чтения. Напряжение, связанное с образовательной деятельностью, в первую очередь, проявляется в функциональном состоянии данной группы мышц. Поэтому у обучающихся более старших классов чаще отмечаются закреплённости именно этих мышц [4]. Проведённые ранее исследования по оценке функционального состояния грудных мышц и мышц

плечевого пояса у обучающихся пятых классов [4] выявили более частое невыполнение теста 1 у мальчиков по сравнению с девочками, соответственно, у 52,4 и 15,7% ( $p < 0,001$ ). Сравнение этих данных указывает на то, что с возрастом от первого к пятому классу закреплённые мышцы идут более высокими темпами, особенно у мальчиков.

Мышцы, тестируемые в процессе приседания и оцениваемые по уровню положения таза относительно уровня линии колен, характеризуются высокой частотой оптимального их состояния на начальном этапе тестирования, как у мальчиков (83,3%), так и у девочек (89,3%). При повторном тестировании отмечалась более выраженная положительная динамика состояния мышц у мальчиков ( $p < 0,001$ ), чем у девочек ( $p < 0,05$ ).

При сравнительном анализе распространённости закреплённых мышц пояса верхних и нижних конечностей установлено, что наиболее часто закреплённые мышцы было характерно для грудных мышц и мышц плечевого пояса по сравнению с мышцами таза и нижних конечностей.

Сравнение исходного функционального состояния приводящих и отводящих мышц бедра выявило наиболее значимые различия между мальчиками и девочками. Девочки с оптимальным состоянием мышц, позволившим им выполнить приседание в полном объёме, было в 2 раза больше, чем мальчиков, соответственно, 60,7 и 30,0% ( $p < 0,001$ ). Более выраженные позитивные изменения состояния мышц в процессе 2-летнего обучения были отмечены у мальчиков. Количество мальчиков, выполнивших приседание без отклонений осей голени, увеличилось в 3,2 раза, с 30,0 до 96,7% ( $p < 0,001$ ). У девочек увеличение составило 1,5 раза, соответственно, с 60,7 до 92,4% ( $p < 0,05$ ).

При тестировании состояния мышц спины выявлено, что исходные данные отражают более оптимальное их состояние у девочек. У них в 1,7 раза чаще отмечалось выполнение наклона вперед в положении стоя в полном объёме, чем у мальчиков.

Таким образом, проведённые исследования позволили выявить различия функционального состояния различных групп мышц как на этапе их исходного тестирования, так и в динамике двух лет обучения в условиях дифференцированного по полу физического воспитания.

Исходные данные свидетельствовали о большей распространённости оптимального состояния мышц у девочек, чем у мальчиков. Однако в течение двух лет обучения позитивная динамика была характерна в большей степени для мальчиков. Эти результаты позволяют сделать заключение о том, что организация физического воспитания мальчиков в большей степени способствовала оптимизации у них функционального состояния мышц. Учитывая, что сравниваемые классы мальчиков и девочек характеризовались одинаковыми условиями обучения и воспитания, за исключением организации физического воспитания, можно сделать вывод о том, что полученные менее показательные изменения состояния мышц у девочек обусловлены именно особенностями организации физического воспитания. Следует отметить, что отличительной особенностью их физического воспитания было преимущественное развитие гибкости и координации. Исходя из этого, следовало бы ожидать более значимых положительных результатов в процессе тестирования. Полученные же данные свидетельствуют об обратном. Результаты исследования обуславливают необходимость корректировки содержания и, возможно, методики физического воспитания девочек.

## Заключение

Полученные результаты свидетельствуют об информативности и адекватности функционального тестирования мышц, которое может быть использовано в качестве объективных данных гигиенической оценки профилактической эффективности физического воспитания обучающихся, а также для совершенствования методического обеспечения объективной оценки здоровьесформирующей деятельности образовательных организаций.

Гигиеническая значимость полученных результатов состоит в том, что при проведении занятий физической культурой преподаватели должны иметь информацию об индивидуальных особенностях функционального состояния костно-мышечной системы для обоснования объема физических нагрузок и реализации дифференцированного подхода к проведению физических упражнений профилактической направленности. Повышение эффективности таких упражнений зависит от точности соответствия и адекватности их подбора индивидуальным особенностям обучающихся. Исходя из полученных данных, в систему оценки профилактической эффективности физического воспитания обучающихся целесообразно включить функциональные мышечные тесты, позволяющие оценить степень закрепощения различных групп мышц и динамику их функционального состояния в процессе реализации физических упражнений профилактической направленности.

## Выводы

1. Установлено, что тестирование тонических (постуральных) мышц позволяет оценить их функциональное состояние у младших школьников и может быть использовано в качестве критериев оценки организации физического воспитания в начальной школе.

2. Анализ результатов исследования функционального состояния мышечной системы позволил выявить особенности распространенности закрепощений мышц у детей первых классов в зависимости от пола. Показано, что эти нарушения чаще определялись у мальчиков по сравнению с девочками.

3. В динамике двух лет обучения детей в условиях дифференцированного по полу физического воспитания установлена положительная динамика функционального состояния мышц, в большей степени характерная для мальчиков. Выявленный факт обосновывает необходимость оптимизации организации физического воспитания девочек для повышения его профилактической эффективности.

4. Результаты анализа полученных данных свидетельствуют о том, что функциональное тестирование мышц может быть использовано в качестве дополнительного информативного средства гигиенической оценки профилактической эффективности физического воспитания младших школьников.

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках выполнения проекта 16-06-00455 «Разработка алгоритма, технологий и программы формирования единой профилактической среды образовательных организаций на основе системной интеграции форм двигательной активности и средств физического воспитания обучающихся».

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков. Учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2008. 480 с.
2. Дембо А.Г. Врачебный контроль в спорте. М.: Медицина. 1988. 228 с.
3. Нельсон А., Кокконен Ю. Анатомия упражнений на растяжку: пер. с англ. С.Э. Борич. Минск: Попури, 2014. 224 с.
4. Храмов П.И., Седова А.С. Оценка функционального состояния мышц у обучающихся разного пола в обосновании дифференцированного подхода к организации физического воспитания. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; 12: 29-32.
5. Букуп К. Клиническое исследование костей, суставов и мышц: пер. с англ., М.: Мед. лит., 2007. 320 с.
6. Комарек Л., Провазник Л., Храмов П.И. Количественная оценка функционального состояния мышечной системы у школьников в гигиенических исследованиях. *Гигиена и санитария*. 1987; 9: 58-60
7. Сердюковская Г.Н. Социальные условия и состояние здоровья школьников. М., 1979
8. Сейффарт Х. Мышцы: жизнь в движении: пер. с норв. М., 1980
9. Анатомио-физиологические особенности скелетных мышц и тесты для их исследования. М.: Таугуль-принт, 2004. 201 с
10. Березина Н.О., Никитина М.А., Храмов П.И. Характеристика функциональных возможностей современных дошкольников. *Российский педиатрический журнал*. 2011; 3: 39-42.

## References

1. V. R. Kuchma Hygiene of children and adolescents. Tutorial. – M.: GEOTAR-Media. 2008. 480 p. (in Russian)
2. Dembo A. G. Medical control in sports. M.: Medicine. 1988. 228 p. (in Russian)
3. Nelson A., Kokkonen J. Anatomy of stretching exercises. Se Borich. Minsk: Popouri, 2014. 224 p. (in Russian)
4. Khrantsov P. I., Sedova A. S. Evaluation of the functional state of muscles in the students of different sex in the substantiation of the differentiated approach to physical education. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2016 (12)^ 29-32 (in Russian)
5. Bukup K. Clinical study of bones, joints and muscles: per. from English., M.: Med. lit., 2007. 320 p. (in Russian)
6. Komárek, L., Khrantsov P.I., Provaznik L. Quantitative assessment of the functional state of the musculoskeletal system in schoolchildren in hygienic studies. *Gigiya i sanitariya*. 1987 (9): 58-60 (in Russian)
7. Kendall FP, McCreary EK Muscles, Testing and Function. Williams & Wilkins, 1983
8. Khrantsov P., Matveev K. Posture and physical education of students in the Russian Federation. In: The 4-th European Conference on health promoting schools – Equity, Education and Health. Abstracts. 2013. Abstracts. Odense. 2013. p. 83-86
9. Serdyukovskaya G.N. Social'nye usloviya i sostoyanie zdorov'ya shkol'nikov. M., 1979 (in Russian)
10. Provaznik K., Komarek L., Stepanov V. Hygiene pedagogichecko processu na základní škole. Praha, 1982
11. Seiffart H. Myshcy: zhizn' v dvizhenii: per. s norv. M., 1980 (in Russian)
12. Anatomo-fiziologicheskie osobennosti skeletnyh myshc i testy dlya ih issledovaniya. M.: Taugul'-print, 2004. 201 p. (in Russian)
13. Berezina N. O., Nikitina M. A., Khrantsov P. I. The Characteristic of features of modern preschoolers. *Rossijskij pediatricheskij zhurnal*. 2011; 3: 39-42 (in Russian)

Поступила 31.07.2017

Принята к печати 24.04.2018