

**Российская академия образования
Институт возрастной физиологии**



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 3(44) 2015

Выходит с 2001 г.

Периодичность издания - 4 номера в год
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-13217 от 29 июля 2002 г.

Главный редактор

Безруких Марьяна Михайловна

Заместитель главного редактора

Сонькин Валентин Дмитриевич

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Догадкина С.Б., к.б.н.

(ответственный секретарь)

Криволапчук И.А., д.б.н.

Адамовская О.Н., к.б.н.

Курганский А.В., к.б.н.

Мачинская Р.И., д.б.н.

Параничева Т.М., к.б.н.

Сельверова Н.Б., д.м.н.

Филиппова Т.А., к.б.н.

Шумейко Н.С., к.б.н.

Безобразова В.Н., к.б.н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Сонькин В.Д., д.б.н., проф.

Тамбовцева Р.В., д.б.н., проф.

Криволапчук И.А., д.б.н.

Рыбаков В.П., д.м.н.

Макеева А.Г., к.пед.н.

Полянская Н.В., к.м.н.

Рублева Л.В., к.б.н.

Соколов Е.В., к.б.н.

СОСТАВИТЕЛЬ

Догадкина С.Б.

В статьях журнала представлена новая информация, отражающая результаты исследований в области возрастной физиологии, морфологии, биохимии, психофизиологии, антропологии, физического воспитания и культуры здоровья. В журнале публикуются работы, выполненные на животных, и результаты исследования детей.

Для специалистов в области возрастной морфологии, физиологии, психофизиологии, физического воспитания, школьной гигиены и педагогики.

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (редакция март 2010 года)

ВНИМАНИЕ!!!

Журнал распространяется:

- через каталог «Роспечать» (подписной индекс 48656)
- путем прямой редакционной подписки

Почтовый адрес редакции: 119121 Москва, ул. Погодинская, д. 8, корп. 2, тел./факс (499) 245-04-33; тел. (495) 708-36-83; E-Mail: almanac@mail.ru

Альманах «Новые исследования» - М.: Институт возрастной физиологии, 2015, № 3(44). - 104 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

СОМАТОТИПОЛОГИЯ И КРИТЕРИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ Тамбовцева Р.В., Панасюк Т.В.	5
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ У ПОДРОСТКОВ 13 ЛЕТ Соколов Е.В.	9
СОСТОЯНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ РАЗНОГО ПОЛА Гурова О.А., Рыжакин С.М.	20
ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОВЕГЕТАТИВНОГО, ГОРМОНАЛЬНОГО И ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПОДРОСТКОВ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ Адамовская О.Н., Ермакова И.В., Сельверова Н.Б.	27
СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ 12-13 ЛЕТ Макарова Л.В., Параничева Т.М., Лукьянец Г.Н., Лезжова Г.Н., Тюрина Е.В., Орлов К.В.	43

ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ И ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК С УЧЕТОМ ВОЗРАСТА И ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНИКОВ Криволапчук И.А., Баранцев С.А., Герасимова А.А.	58
ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА Криволапчук И.А., Чернова М.Б., Герасимова А.А., Мышьяков В.В., Просьянкин В.В.	70

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕВОЖНЫХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПСИХИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ Чернова М.Б., Полянская Н.В., Герасимов М.М.	80
ВЛИЯНИЕ ХОРЕОГРАФИИ НА РАЗВИТИЕ СЕНСОМОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ У ШКОЛЬНИКОВ 11-16 ЛЕТ Шибкова Д.З., Семенова М.В., Мальцев В.П.	95

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

СОМАТОТИПОЛОГИЯ И КРИТЕРИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ

*Р.В. Тамбовцева¹, Т.В. Панасюк
Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, Москва*

Данный научный эксперимент проводился на мальчиках и девочках 7 и 10 лет. Была исследована взаимосвязь показателей биологической зрелости в начале и в конце периода двуполого детства. Биологический возраст детей оценивался по соматическому и зубному критериям. Было показано, что влияние соматотипа на темпы роста и созревания организма нестабильно и зависит от возраста и пола.

Ключевые слова: *соматотип, биологический возраст, биологическая зрелость, одонтологическая зрелость, типы конституции.*

Somatotipologiya and criteria of the biological maturity. *This scientific experiment was made on boys and girls of 7 and 10 years. The interrelation of indicators of a biological maturity at the beginning and at the end of the period of the bisexual childhood was investigated. The biological age of children was estimated by somatic and tooth criteria. It was shown that influence of a somatotip on growth rates and maturing of an organism unstably and depends on age and a floor.*

Keywords: *somatotip, biological age, biological maturity, odontologicheskoy maturity, constitution types.*

Различия биологического возраста детей обусловлены многими причинами как генетической, так и внешнесредовой природы [1-10]. В конце второго детства и в пубертатном периоде степень биологической зрелости отчетливо связана с типом конституции ребенка [3-9]. На рубеже первого и второго детства наиболее приемлемыми критериями биологической зрелости являются соматический и зубной [1; 2; 7; 11]. Учитывая разную степень наследственной обусловленности наиболее приемлемых критериев биологической зрелости, представляет интерес их сочетание у одних и тех же индивидуумов и влияние на это сочетание типа конституции.

Контакты:¹ Тамбовцева Р.В. – E-mail: <ritta7@mail.ru>

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами была исследована взаимосвязь показателей биологической зрелости школьников (мальчики и девочки) г. Москвы ($n = 112$) в начале и в конце периода двуполого детства (7-10 лет). Биологический возраст детей в 7 лет оценивался по соматическому («Филиппинский тест») и зубному критерию. Статистическая обработка результатов исследования была проведена с помощью компьютерной программы EXCEL.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования был проведен корреляционный анализ показателей биологической зрелости как в целом по возрастно-половым группам, так и в каждом из типов конституции (таблица 1). Затем по каждому из параметров дети были разделены на три категории: со средним биологическим возрастом (N), с отставанием от среднего – ретарданты (R) и с опережением среднего – акселераты (A). Дети были распределены по трем группам в зависимости от степени соответствия показателей соматической зрелости показателям одонтологической зрелости. Каждому обследуемому лицу поставлена в соответствие формула, оценивающая соматическую зрелость индивида по результатам «Филиппинского теста» (показатель X_1): ретардант – R_{X_1} , норма – N_{X_1} , акселерат – A_{X_1} , и зубную зрелость по количеству молочных зубов (показатель X_2): ретардант – R_{X_2} , норма – N_{X_2} , акселерат – A_{X_2} . В первую группу (I) вошли дошкольники, у которых одонтологическая зрелость опережает соматическую, то есть дети с сочетанием $R_{X_1}N_{X_2}$, $N_{X_1}A_{X_2}$, $R_{X_1}A_{X_2}$; во вторую (II) – лица с соответствием показателей биологической зрелости – $R_{X_1}R_{X_2}$, $N_{X_1}N_{X_2}$, $A_{X_1}A_{X_2}$; в третью группу (III) вошли дети с формулами $N_{X_1}R_{X_2}$, $A_{X_1}R_{X_2}$, $A_{X_1}R_{X_2}$, у которых соматическая зрелость опережает одонтологическую. В общей выборке корреляция «Филиппинского теста» с обоими одонтологическими показателями невелика. Число молочных зубов связано с тестом отрицательно, а постоянных – положительно. При этом у девочек зависимость несколько выше, чем у мальчиков. Число молочных и постоянных зубов между собой связано высокой отрицательной корреляцией, что вполне естественно. При исследовании корреляции этих параметров по типам конституции в большинстве случаев наблюдаются сходные закономерности. Исключение составляет дигестивный тип, в котором зависимость между показателями соматической и зубной зрелости намного выше. Этот факт можно объяснить значительно большей зрелостью детей дигестивного типа по обоим критериям и меньшей вариативностью соответствующих им параметров (таблица 1).

Распределение детей по степени зрелости в общей выборке различается в зависимости от пола и критерия зрелости. Мальчики по «Филиппинскому тесту»

разделяются на три градации почти равномерно: по 30,4% ретардантов и акселераторов, 39,1 % со средним возрастом. Среди девочек преобладает средний биологический возраст – 47,2 %, а ретардантов меньше (20,8 %), чем акселераторов (32,1 %). По одонтологическому критерию среди мальчиков преобладает средняя зрелость 58,7%, ретардация встречается в 37 % случаев, а акселерация почти отсутствует (4,4 %). У девочек распределение более равномерное с преобладанием ретардации – 47,2 %, число среднезрелых (24,5 %) и акселерированных (28,3 %) сходно. Такое различие в оценке зрелости по двум критериям отчасти можно объяснить тем, что смена зубов в этом возрасте только начинается, а для «Филиппинского теста» это средний срок достижения положительного результата, так как его крайние пределы 5-8,5 лет. В связи с этим интересно исследовать сочетание обоих параметров зрелости у одного индивида.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции ($r(X_i, X_j)$, $i, j = 1, 2, 3$) показателей соматической и одонтологической зрелости у детей 7 лет разных конституциональных типов

Типы конституции	МАЛЬЧИКИ			ДЕВОЧКИ		
	$r(X_1, X_2)$	$r(X_1, X_3)$	$r(X_2, X_3)$	$r(X_1, X_2)$	$r(X_1, X_3)$	$r(X_2, X_3)$
А – тип	0,13	-0,20	-0,87	0,24	0,36	-0,73
Г – тип	-0,16	0,24	-0,82	0,01	-0,22	-0,92
М – тип	0,11	-0,16	-0,91	0,08	-0,30	-0,85
Д – тип	-0,41	0,22	-0,86	-0,48	0,83	-0,84
Вся выборка	-0,18	0,16	-0,85	-0,20	0,35	0,87

Гармония оценки биологической зрелости (акселерация, ретардация или средняя зрелость по обоим параметрам) наблюдается менее, чем в 40% случаев, причем у мальчиков преобладает совпадение средних оценок, а у девочек совпадение критериев зрелости повышается от ретардации к акселерации. Среди случаев дисгармонии по двум параметрам зрелости чаще встречается сочетание среднего возраста по одному из показателей с ретардацией по второму, а реже – одонтологическая ретардация в сочетании с соматической акселерацией. Противоположное сочетание практически отсутствует, что можно объяснить редкостью одонтологической акселерации в этот возрастной период. Исходя из результатов корреляционного анализа, представляет интерес сочетание двух показателей биологической зрелости в различных типах конституции (таблица 2). Наиболее гармоничны по показателям биологической зрелости мальчики дигестивного типа и девочки мышечного типа. Наиболее дисгармоничные девочки торакального типа и астеноидные дети обоего пола, но при этом у астеноидных девочек преобладает

дисгармония первого типа (показатели зубной зрелости выше, чем соматической), а у астеноидных мальчиков и торакальных девочек – дисгармония третьего типа (соматическая зрелость выше одонтологической). В остальных конституциональных группах доля гармонически зрелых детей выше, чем дисгармоничных.

Таблица 2

Соотношение показателей соматической и одонтологической зрелости у детей 7 лет разных конституциональных типов (%)

Типы конституции	МАЛЬЧИКИ			ДЕВОЧКИ		
	I группа	II группа	III группа	I группа	II группа	III группа
А – тип	23,5	17,7	58,8	57,1	14,33	28,6
Г – тип	20	45	35	15	30	55
М – тип	22,5	44,4	33,3	9,1	63,6	27,3
Д – тип	14,3	71,4	14,3	14,3	42,9	42,9
Вся выборка	20,6	39,6	39,6	20	37,8	42,2

Таблица 3

Показатели биологической зрелости 10-летних детей разных соматотипов

Показатели биологической зрелости	МАЛЬЧИКИ				ДЕВОЧКИ			
	СОМАТОТИПЫ				СОМАТОТИПЫ			
	А	Г	М	Д	А	Г	М	Д
Филиппинский тест	2,71	2,89	3	3	3	3	3	3
Количество молочных зубов	6,9	6,1	3,5	6	5	7,6	3,5	4,5
Количество постоянных зубов	15,3	16,6	19,6	19,5	16,5	15,4	18,4	19

Различия в биологической зрелости детей 10 лет разных соматотипов по соматологическому и одонтологическому критериям прослеживаются в виде слабой тенденции (таблица 3). Большая зрелость девочек выражается в том, что помимо приведенных признаков у них также отмечаются начальные стадии полового со-

зревания (женская форма таза и $Ma_{0,5-1}$). Поэтому в 7 лет мы прибегали к суммарной оценке биологической зрелости по всем трем приведенным в таблице параметрам, разделив каждый соматотип на две категории: более и менее зрелую. В результате дети дигестивного типа распределились по этим категориям поровну. В мышечном типе более зрелые составили 60%, в торакальном – 37%, в астеноидном – 18%. У 10-летних мальчиков, кроме того, было отмечено своеобразное расщепление дигестивного типа на два варианта зрелости: в один вошли дети, превосходящие все остальные соматотипы по тотальным размерам тела и биологическому возрасту, а в другой – низкорослые дети с избыточным жиротложением, отстающие по биологическому возрасту даже от астеноидного типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исходя из полученных результатов, следует отметить, что хотя соматотип ребенка в препубертатном периоде жизни выражен достаточно отчетливо, но не окончателен. Поэтому его влияние на темпы роста и созревания организма нестабильно, зависит от возраста и пола и заслуживает дальнейших биохимических и генетических исследований. Распределение детей по степени зрелости в общей выборке различается в зависимости от пола и критерия зрелости. По обоим критериям девочки старше мальчиков, но по соматическому среднему уровню зрелости преобладает у девочек, а по одонтологическому – у мальчиков. Среди мальчиков также меньше акселератов и больше ретардантов. В 10 лет у девочек также встречаются начальные стадии полового созревания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Властовский В.Г. Возрастная периодизация человеческой жизни и биологический возраст ребенка // Вопросы антропологии. – 1976. – Вып. 52. – С. 191-195.
2. Изаак С.И., Панасюк Т.В., Тамбовцева Р.В. Конституциональный фактор роста и созревания ребенка // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 29-37.
3. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.
4. Тамбовцева Р.В. Возрастные изменения типов телосложения школьников // Новые исследования. – 2010. – № 1. – С. 84-90.
5. Тамбовцева Р.В., Панасюк Т.В. Преемственность роста и созревания в двуполом детстве // Новые исследования. – 2015. – № 1. – С. 33-37.

6. Тамбовцева Р.В. Влияние полового созревания на формирование биоэнергетики мышечной деятельности мальчиков школьного возраста // Новые исследования. – 2015. – № 1. – С. 50-54.
7. Таннер Д. Рост и конституция человека // Биология человека. – М., 1979. – С. 366-471.
8. Хрисанфова Е.Н. Телосложение и темпы онтогенеза // Проблемы биологии человека. – Киев, 1980. – С. 193-195.
9. Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 160 с.
10. Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников Москвы и его оценка // Вестник РАМН. – 2003. – № 8. – С. 15-23.
11. Conrad K. Der Konstitutionstypen // Berlin-Göttingen-Heidelberg. – 1963. – 246 s.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ У ПОДРОСТКОВ 13 ЛЕТ

Е.В. Соколов¹

ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва

С целью изучения физического развития, резервных возможностей и способностей у детей 12-13 лет обследованы школьники основной группы здоровья. При исследовании функции внешнего дыхания использованы методы: спирография, фазовый анализ дыхательного цикла, анализ кривой поток-объем (КПО) при помощи спироанализатора "Рид-124Д. Большие гормональные перестройки в период полового созревания подростков требуют еще достаточно высокой поставки энергетических ресурсов, что поддерживает относительно высокую гипервентиляцию легких у них. Показатели функционального состояния воздухоносных путей и легочной ткани изменяются в тесной связи с вариабельностью антропометрических характеристик организм. По мере роста и взросления детей происходит становление вегетативного баланса, то есть увеличение влияния парасимпатического звена вегетативной нервной системы (ВНС).

Ключевые слова: подростковый возраст, система дыхания, физическое развитие

Functional state of breathing system in 13-year-old teenagers. To study the physical development, reserve capabilities and abilities in 12-13-year-old children schoolchildren of the basic health groups were studied. To study the respiratory functions the certain methods were used: spirometry, phase analysis of the respiratory cycle, flow-volume loop analysis with the help of spiroanalyzer "Reed 124D. Large hormonal changes during puberty still require high enough supplies of energy resources, which maintains a relatively high lungs hyperventilation. The functional state of the airways and lung tissue changes together with anthropometric characteristics of the organism. With children growth and maturation vegetative balance is establishing, i.e. the effect of parasympathetic autonomic nervous system (ANS) is increasing.

Key words: teenagers, backup capabilities, external respiration

Организм человека, испытывающего в условиях современного научно-технического "прогресса" непрерывные стрессорные воздействия, необходимо рассматривать как систему, которая непрерывно приспосабливается к условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных си-

Контакты:¹ Соколов Е.В. – E-mail: <evgesok@mail.ru>

стем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов [1]. Проблема оценки уровня здоровья и контроля за его изменениями приобретает все более важное значение для населения в целом, но особенно для лиц, подверженных высоким психоэмоциональным или физическим нагрузкам, Но что особенно при- скорбно, это становится крайне важным для учащихся общеобразовательных учреждений, а зависимость умственной и физической работоспособности человека от состояния здоровья не требует специальной аргументации.

Внешнее дыхание человека является важным показателем функционального состояния организма в разные возрастные периоды и наиболее сильно подверже- но влиянию отрицательных факторов среды, что лежит в основе высокого про- цента заболеваний верхних дыхательных путей, бронхов, легких и приводит к снижению резервных возможностей дыхания. Завершенность функционального созревания системы дыхания, степень развития ее резервных возможностей, ме- ханизмов адаптации к нагрузкам и воздействию средовых факторов остаются предметом многочисленных исследований. Современные теоретические пред- ставления и материалы по актуальным проблемам в области физиологии человека при различных видах его деятельности и в различных экологических условиях нашли отражение в большом потоке периодической научной печати и в виде мо- нографий.

Исследования внешнего дыхания, проведенные в возрастном диапазоне до 16- 18 лет, указывают на функциональную полноценность системы дыхания у здоро- вых детей и подростков и адекватность параметров функции легких антропомет- рическим данным и метаболическим потребностям организма [7; 8; 11; 15]. Это принципиальное положение подтверждается способностью функции внешнего дыхания у здоровых детей поддерживать оксигенацию артериальной крови на нормальном уровне, что является одним из основных показателей гомеостаза, как у взрослых, так и в детском возрасте.

Факторами, отрицательно влияющими на состояние организма школьника, являются несоответствие методик и технологий обучения возрастным и функцио- нальным возможностям ребенка, стрессорная тактика авторитарной педагогики, нерациональная организация учебного процесса, нарушения санитарно- гигиенических условий обучения. Значимость этих факторов определяется дея- тельностью, систематичностью и непрерывностью их воздействия на организм ребенка [2; 3; 4].

К важнейшим этапам постнатального развития дыхательной функции легких можно отнести **возраст 12-13 лет** (характеризуется как период различных уров- ней полового созревания организма и развития системы дыхания подростков од- ного календарного возраста, высокой лабильности регуляторных механизмов, стабильного повышения продолжительности выдоха над вдохом, чувствительный

период для развития максимальных функциональных возможностей дыхательной системы).

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Функциональные показатели дыхательной системы исследовали у детей 12 лет (5-е классы) школы г.Москвы. Обследованные дети были отнесены к I и II группам здоровья. Для оценки объемных, скоростных и временных параметров функции внешнего дыхания был использован аппаратно-диагностический комплекс (Рид 124, АКВД 01). Проводились исследования: ЖЕЛ – жизненная емкость легких (л); ФЖЕЛ – объем форсированного выдоха жизненной емкости легких (л); ФЖЕЛ-ЖЕЛ –показатель, характеризующий проходимость дыхательных путей (л); ИТ – индекс Тиффно (ОФВ₁/ЖЕЛ, в %); ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за 1 с (л); ПОС – пиковая объемная скорость выдоха (л*с); МОС₂₅ – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 25 % ЖЕЛ (л*с); МОС₅₀ – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 50 % ЖЕЛ (л*с); МОС₇₅ – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 75 % ЖЕЛ (л*с).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значимые изменения в показателях соматометрии происходят к 13 годам, что может быть связано с пубертатной перестройкой. Уровни развития соматометрических параметров в нашем исследовании мы оценивали «изолированно» друг от друга, пользуясь общими сигмальными отклонениями.

Таблица 1

*Распределение детей 12-13 лет по уровню физического развития
(в абсолютных единицах)*

Возраст	Длина тела, в см (L)	Масса тела, в кг (M)	Поверхность тела, в м ² (S)	Окружность грудной клетки, в см
12 лет	151,7±1,92	41,2±2,5	1,32±0,05	72,9±2,8
13 лет	167,2±3,23	62,4±2,6	1,70±0,04	87,2±1,9

Анализ показателей соматометрии (физического развития) по уровням развития позволил установить, что показатели длины и массы тела у детей обследованных

дованных соматотипов смещены в область средних и вышесредних значений, кроме детей торакального типа, у которых показатели массы тела «тяготеют» к нижесреднему уровню. Для показателей площади поверхности тела и окружности грудной клетки распределение значений близко к нормальному.

Таблица 2

*Распределение детей 12-13 лет по уровню физического развития
(в % к количеству обследованных детей каждой группы)*

Возраст, лет		12	13
Уровни развития	Вышесредний	22,2	63,6
	Средний	55,5	18,2
	Нижесредний	22,2	18,2

Значения некоторых показателей дыхательной системы в возрасте 12 -13 лет представлены в таблицах 3 и 4. ЧД имеет тенденцию к уменьшению по возрастам и достоверные изменения ($p < 0,05$) отмечены только к 13 годам. ОД меняется значительно к 12 годам ($p < 0,05$). МОД, являясь интегрирующим показателем, включающим в себя ЧД и ОД, до 12 лет практически не меняется, и значимо возрастает к 13 годам (на 49,7 %; $p < 0,05$). Динамика показателей, характеризующих биомеханические свойства системы дыхания, имеет соответствующую направленность онтогенетического развития. Так, скорость форсированного вдоха и выдоха за период обследования увеличиваются в 1,95 и 1,6 раза соответственно.

Таблица 3

*Возрастная динамика показателей вентиляционной функции легких
у детей 12-13 лет*

Возраст лет	Показатель	ЧД	ОД	МОД	МОД/кг	ЖЕЛ	ЖЕЛ/кг	МВЛ	РД
12	М	19,66	0,45	8,18	0,2	2,61	64,26	59,38	51,2
	± m	2,45	0,05	0,89	0,03	0,15	3,3	6,55	6,24
13	М	17,07	0,75	12,25	0,2	3,75	57,92	85,13	72,88
	± m	1,15	0,1	1,39	0,02	0,22	4,22	4,96	4,46

Таблица 4

*Возрастная динамика показателей бронхиальной проходимости
у детей 12-13 лет*

Возраст лет	Показатель	ОФВ1	Тиффно	ПОС	МОС25	МОС50	МОС75	СОС	ОПОС
12	М	2,24	96,39	4,9	4,78	3,79	2,25	3,43	0,5
	± m	0,12	1,53	0,31	0,32	0,31	0,28	0,3	0,04
13	М	3,34	93,37	6,92	6,7	4,72	2,68	4,31	0,75
	± m	0,18	1,0	0,41	0,38	0,26	0,2	0,25	0,09

ЖЕЛ возрастает более чем в 1,5 раза. Жизненный показатель (ЖЕЛ/кг) мало меняется в исследованном возрастном диапазоне, с некоторым превосходством в 12 лет (в 1,13 раза). Резервные возможности дыхательной системы увеличиваются к 13 годам (ОФВ₁ – в 1,42 раза; МВЛ и РД в 1,37 и 1,46 раза соответственно; $p < 0,05$).

Способность произвольно подавлять стимул дыхания при его задержке на уровне общей емкости легких (ЗДоел) отражает развитие центральных механизмов регуляции дыхания и, дополнительно, способность дыхательной мускулатуры удерживать грудную клетку в максимально расправленном состоянии (табл.5). Эта способность у подростков 13 лет ($55,64 \pm 4,93$ с) развита лучше, чем у школьников 12 лет ($34,08 \pm 7,37$ с). Императивный стимул возобновления дыхания после задержки на уровне спокойного выдоха у детей 13 лет выше его длительности в 12 лет (26,64 с и 20,14 с соответственно).

Таблица 5

*Возрастные изменения временных составляющих дыхательного цикла
и длительности задержек дыхания у детей 12-13 лет*

Возраст лет	Показатель	Тдц сек	Твд сек	Твыд сек	Твд/Твыд	ЗДоел сек	ЗДфоел сек
12	М	3,45	1,51	1,94	0,79	34,08	20,14
	± m	0,55	0,16	0,22	0,02	7,37	5,24
13	М	3,67	1,64	2,03	0,81	55,64	26,64
	± m	0,12	0,11	0,13	0,02	4,93	1,93

Следует отметить, что для детей 9-12 лет нормой считается величина индекса Кетле 220-360 г/см (у девочек несколько выше, чем у мальчиков). При значительном превышении значений индекса, говорят о различной степени ожирения [7]. Обследованные нами дети имели относительно нормальные значения весоростового индекса, что связано с особенностями роста в этот возрастной период и низким содержанием в организме жировой ткани.

При распределении обследованных детей на группы по величине весоростовых индексов получили, что в группу с высоким весоростовым индексом попали мальчики и девочки, у которых индекс Кетле был выше 200 г/см. В группу с низким весоростовым индексом вошли мальчики и девочки 12 лет, у которых индекс Кетле был ниже 200 г/см. Среди 13-ти летних подростков таковых не было.

Хорошо заметно, что именно в зависимости от степени физического развития (в данном случае, величины весоростового индекса Кетле) распределяются значения объемных скоростей дыхания.

У детей 12 лет с высоким весоростовым индексом величина ФЖЕЛ больше на 22,5 %, ПОС. – на 5,1 %, МОС₂₅ – на 29,3 %, МОС₅₀ – на 32,8 %. Значения показателя МОС₇₅ (показатель проходимости мелких бронхов) так же выше у детей с высоким весоростовым индексом на 27,5 %, чем у подростков с низким индексом. Подобным образом соотносятся и величины объемных скоростей дыхания у детей 13 лет. Хорошо просматривается также возрастная динамика (к 13 годам) обследованных детей.

Таким образом, дети физически более развитые, с высоким весоростовым индексом имеют нормальные, соответствующие возрасту значения легочных объемов и емкостей, а также показателей проходимости бронхов крупного и среднего калибра. Дети с низким весоростовым индексом несколько отстают от своих физически развитых сверстников по показателям проходимости дыхательных путей на всех уровнях.

В процессе улучшения физической подготовленности повышается эффективность работы сердечно-сосудистой системы и системы вентиляции, увеличивается мощность аэробных и анаэробных процессов энергообразования, происходят становление произвольной двигательной функции, оптимизация метаболизма и увеличение силы мышц. В основе возникновения как одномоментных, так и долгосрочных физиологических сдвигов лежит формирование нового уровня функционирования вегетативной нервной системы [1; 12]. Именно поэтому состояние вегетативной регуляции является определяющим фактором в процессе развития адаптации организма к физической нагрузке. Состояние симпатопарасимпатического баланса АНС во многом определяет адаптационные возможности ребенка. Функции дыхательных путей находятся под нервным контролем: через блуждающий нерв и ацетилхолин оказывается парасимпатическое влияние – стимулируется бронхоспазм и повышается секреция мокроты; симпатические

нервы и адреналин вызывают расслабление гладких мышц бронхов и снижение секреции мокроты. Хроническое воспаление дыхательных путей приводит к дисбалансу их симпатической и парасимпатической иннервации [10; 17]. Снижение резервных и адаптивных возможностей организма детей 8-12 лет вследствие ослабления роли симпатических влияний на функционирование различных систем организма наблюдали Е.А. Удовыдченко и О.А. Бутова [16], С.Б. Догадкина [5]. В результате предварительно проведенного тестирования методом кардиоинтервалографии были отобраны дети с преобладанием влияния симпатического отдела автономной нервной системы («симпатотоники»), со сбалансированной автономной регуляцией («нормотоники») и с преобладанием парасимпатического отдела автономной нервной системы («ваготоники»).

В возрасте 12-13 лет у «ваготоников» отмечаются более низкие величины резервных и биомеханических параметров дыхательной системы. Отмечено снижение ЖЕЛ и жизненного показателя у детей «ваготоников» по сравнению с «нормотониками» и «симпатотониками». У детей «ваготоников» снижается длительность фазы выдоха, что ведет к увеличению частоты дыхательных движений и, благодаря повышению величины дыхательного объема (на 10 %), минутный объем дыхания (МОД) у этих детей больше на 22,5 % по сравнению с «симпатотониками».

Таблица 6

Основные параметры функционального состояния системы дыхания у детей 12-13 лет ($M \pm m$)

Возраст	Тип регуляции*	ЖЕЛ, л	ФЖЕЛ	ОФВ1 л/с	МВЛ, л*мин	М, кг	ПОС л/с	МОС25 л/с	МОС50 л/с	МОС75 л/с
12-13 лет	С	1,7±0,4	2,5±0,4	2,3±0,2	55,3±14	42,6±0,1	4,7±0,4	4,7±0,3	3,1±0,1	1,7±0,1
	Н	1,7±0,1	2,7±0,3	2,3±0,3	53,9±2,9	32,4±0,1	4,6±0,3	4,1±0,6	3,2±0,6	1,7±0,4
	В	1,5±0,1	2,3±0,2	2,1±0,2	56,7±4,4	36,3±0,1	4,6±0,5	4,4±0,4	3,6±0,5	1,9±0,3

Примечание: * Тип регуляции- С – симпатотоники; Н – нормотоники; В – ваготоники

Яркую возрастную динамику показатели биомеханики проявляют в период полового созревания. Прирост соматометрических показателей в этот период ста-

новится скачкообразным. Возрастание силы и сократительной способности мышц к 12-13 годам, рост бронхиального дерева приводит к росту таких показателей как объемные скорости дыхания. В результате увеличиваются резервные возможности функционирования системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997.
2. Безруких М.М. Здоровье и перегрузка – понятия несовместимые // Учит.газ. – 2007. – 01 мая (№18). – С. 20-21.
3. Безруких М.М. С каким здоровьем мы приходим в школу? // Здоровье детей. – 2000. – №. 1-2. – С. 14-15.
4. Безруких М.М. Учение, вредное для здоровья? // Семья и школа. – 2001. С. 23-25.
5. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей 8 лет // Новые исследования. – 2011. – № 2. – С. 191-109.
6. Доскин В.А. Морфо-функциональные константы детского организма / В.А. Доскин, Х. Келлер, Н.М. Мураенко, Р.В. Тонкова-Ямпольская. – М.: Медицина, 1997. – 287 с.
7. Кузнецова Т.Д. Возрастные особенности дыхания детей и подростков. – М.: Медицина, 1986. – 128 с.
8. Кузнецова Т.Д. Развитие дыхательной функции легких // Физиология развития ребенка. – М., Педагогика, 1983. – С. 115-133.
9. Кузнецова Т.Д., Соколов Е.В. Характеристика дыхательной системы // Физиология подростка. – М.: Педагогика, 1988. – С. 94-107.
10. Макаревич А.Э. Заболевания органов дыхания. – Минск: Вышэйшая школа, 2000. – 363 с
11. Меерсон Ф.З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность. – М.: Наука, 1975. – 263 с.
12. Соколов Е.В. Особенности вентиляционной функции легких и биомеханических характеристик дыхания у подростков 10-11 лет // Новые исследования. - 2014. –№ 1 (38). – С. 48-56.
13. Соколов Е.В. Функциональное состояние системы дыхания у подростков 12 лет // Новые исследования. – 2014. – №3 (40). – С. 47-55.
14. Соколов Е.В., Разживина И.М. Индивидуально-типологические особенности состояния вентиляционной функции легких и биомеханических факторов дыхания у детей 9-13 лет, в зависимости от состояния здоровья // Новые исследования. – 2013. – № 1 (34). – С. 79-101.

15. Соколов Е.В., Кузнецова Т.Д., Самбурова И.П. Возрастное развитие резервных и адаптивных возможностей системы дыхания // Физиология развития ребенка. – М.: Образование от А до Я, 2000. – С. 167-185.

16. Удовыдченко Е.А., Бутова О.А. Адаптивные возможности организма детей второго периода детства // Материалы XIV Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». – М.: РУДН, 2009. – С. 413-415.

17. Чечельницкая С.М., Желтухина Е.Л. Нарушения вегетативной регуляции у детей с бронхиальной астмой подросткового возраста // Укрепление здоровья в школе: Тез. докл. – Казань, 2000. – С. 100.

СОСТОЯНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ РАЗНОГО ПОЛА

Гурова¹ О.А., Рыжакин С.М.

Российский университет дружбы народов, Москва

С целью исследования особенностей микроциркуляции крови в коже методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) и оптической тканевой оксиметрии обследованы 27 юношей и 32 девушки в возрасте от 17 до 26 лет. У юношей наблюдается тенденция к увеличению уровня микроциркуляции, реактивности микрососудов и насыщения крови микроциркуляторного русла кислородом, по сравнению с девушками.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия, микроциркуляция крови, юноши, девушки.

Blood microcirculation in young men and women. The peculiarities of skin blood circulation in 27 young men and 32 young women (aged 17 to 26) were observed. Laser Doppler Flowmetry (LDF) and optic tissue oximetry were applied in the research. Young men tend to increase the level of microcirculation, microvascular reactivity and the saturation of blood with oxygen, in comparison to young women.

Key words: Laser Doppler Flowmetry, blood microcirculation, young men, young women.

В настоящее время исследование состояния микроциркуляции крови и диагностика микроциркуляторных расстройств актуальны как при изучении адаптации организма к различным функциональным состояниям, так и в клинической практике [4; 11]. Для этих целей широкое применение имеет лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), которая основывается на оптическом неинвазивном зондировании тканей лазерным излучением и анализе рассеянного и отраженного от движущихся в тканях эритроцитов излучения [7; 10]. Современные модификации приборов (в том числе «ЛАКК») позволяют использовать ЛДФ в сочетании с оптической тканевой оксиметрией (ОТО) и пульсоксиметрией, что существенно расширяет возможности диагностики состояния микроциркуляции [7].

Несмотря на имеющиеся исследования микроциркуляции методом ЛДФ на отдельных этапах онтогенеза [3; 5; 8], в различных анатомо-морфологических областях тела [6], при разных функциональных состояниях организма [1; 2; 7], половые особенности показателей ЛДФ изучены мало [9].

Контакты: ¹ Гурова О.А.. – E-mail: <oagur@list.ru>

Цель исследования – изучить методами ЛДФ и ОТО состояние микроциркуляции крови в коже у здоровых молодых людей разного пола.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 59 практически здоровых молодых людей в возрасте от 17 до 26 лет (студенты), из них 27 юношей и 32 девушки. Показатели физического развития испытуемых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели физического развития здоровых молодых людей

Показатели	Все испытуемые	Юноши	Девушки
Масса тела, кг	66,0 ± 2,1	74,3 ± 2,3	56,6 ± 2,0
Длина тела, см	173,2 ± 2,0	181,7 ± 1,8	163,7 ± 1,7
АД сист., мм рт. ст.	116 ± 1	120 ± 1	113 ± 1
АД диаст., мм рт. ст.	74 ± 1	75 ± 1	72 ± 1

Состояние микроциркуляции крови оценивалось с помощью анализатора лазерного микроциркуляции крови «ЛЯКК-ОП» (НПО «Лазма», Москва) в коже кисти. Запись показателей производилась в положении испытуемых сидя, на 4-м пальце левой руки. Регистрировались величина перфузии тканей кровью, или показатель микроциркуляции (ПМ), а также его среднее квадратичное отклонение (СКО) и коэффициент вариации (Квар.), которые характеризуют изменчивость потока крови. При специальном автоматическом математическом анализе, основанном на вейвлет-преобразовании, выявлялись амплитуды (А) гармонических составляющих кровотока: колебаний активной природы, связанных с миогенным (Ам), нейрогенным (Ан) и эндотелиальным (Аэ) механизмами регуляции микроциркуляции, и «пассивных» колебаний, обусловленных дыхательными движениями (Ад) и сердечным ритмом (Ас). Суммарный вклад «активных» и «пассивных» колебаний в общую мощность спектра рассчитывался в %.

Испытуемые выполняли две функциональные пробы. При задержке дыхания в течение 15 с на уровне глубокого вдоха, что вызывает констрикцию артериол и уменьшение кожного кровотока вследствие усиления симпатических влияний, рассчитывается индекс дыхательной пробы (ИДП) по величине снижения ПМ. Оклюзионная проба, при которой производится пережатие плеча левой руки манжетой тонометра на 3 мин, позволяет определить резерв кровотока (РКК).

Методом оптической тканевой оксиметрии (ОТО) оценивается сатурация SO_2 крови в микроциркуляторном русле, содержащем артериолы с оксигемоглобином, капилляры с окси- и дезоксигемоглобином и вены с дезоксигемоглобином, то

есть определяется сатурация смешенной крови. Нормирование сатурации по показателю перфузии ($S_m = SO_2/ПМ$) позволяет устранить побочные факторы (например, влияние температуры). Этим методом оценивается также относительный объем фракции эритроцитов V_T в области исследования.

Методом пульсоксиметрии определяется уровень насыщения артериальной крови кислородом SpO_2 . Из соотношения сатурации кислорода в артериальной крови и сатурации крови в микрососудах рассчитывается индекс удельного потребления кислорода в ткани (I): $I = (1 - SO_2/SpO_2) \times ПМ \times A_m/A_n$.

Полученные данные обработаны методами вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты анализа ЛДФ-грамм и их амплитудно-частотного спектра, полученные у здоровых молодых людей в состоянии покоя, представлены в таблице 2.

Полученные показатели свидетельствуют, что все механизмы регуляции микроциркуляции у молодых здоровых испытуемых находятся в активном состоянии. Уровень перфузии тканей кровью (ПМ) составляет $19,5 \pm 1,0$ у юношей и $18,5 \pm 0,9$ перф. ед. у девушек. Значения СКО и Квар. свидетельствуют о высокой активности механизмов модуляции тканевого кровотока и не имеют половых различий. Наблюдается тенденция к увеличению ПМ у юношей по сравнению с девушками (на 5,4%). Превалирование показателей базового капиллярного кровотока в коже юношей над показателями у девушек отмечается и в других работах [1; 5; 9].

Анализ соотношения амплитуд различных ритмических составляющих тканевого кровотока позволяет установить более тонкие механизмы этих изменений. Наибольшую амплитуду имеют низкочастотные колебания активной природы: нейрогенной (Ан), миогенной (Ам) и эндотелиальной (Аэ), что характерно для устойчивого вазомоторного ритма. Расчет вклада отдельных компонентов в общую мощность спектра колебаний позволяет установить значение разных механизмов для регуляции микроциркуляции в момент наблюдения. Суммарный вклад активных влияний на кровоток, связанных с изменениями тонуса сосудов, у обследованных юношей и девушек составляет 87,0 %. Вклад в общую мощность спектра ЛДФ-граммы высокочастотных дыхательного (Ад) и сердечного (Ас) ритмов равен 13,0 %. Гендерных различий не наблюдается.

Функциональные пробы позволяют выявить особенности в реагировании микрососудов у испытуемых разного пола. Реактивность микрососудов при задержке дыхания (ИДП) у юношей составляет $50,0 \pm 3,9$, у девушек - $39,3 \pm 3,4$ % ($p \leq 0,05$). Нейрогенные и миогенные изменения в этом случае у юношей выражены в большей степени, чем у девушек. В исследовании [9] также у юношей выявлено усиление нейрогенного и миогенного ритма с первых минут температурных проб, в то время как у девушек регуляция осуществлялась преимущественно за

счет изменения дыхательного и сердечного ритмов, что приводило к снижению тонуса микрососудов и увеличению притока крови в микроциркуляторное русло.

Таблица 2

Показатели ЛДФ у здоровых молодых людей

Показатели	Все испытуемые	Юноши	Девушки
Показатель микроциркуляции - ПМ, перф. ед.	19,0 ± 0,7	19,5 ± 1,0	18,5 ± 0,9
Среднее квадратичное отклонение - СКО, перф. ед.	1,74 ± 0,13	1,76 ± 0,19	1,73 ± 0,17
К вар., %	11,3 ± 1,2	11,1 ± 1,8	11,5 ± 1,7
<i>Соотношение ритмических составляющих тканевого кровотока</i>			
Аэ, перф. ед.	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1
Ан, перф. ед.	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1
Ам, перф. ед.	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Ад, перф. ед.	0,4 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,4 ± 0,02
Ас, перф. ед.	0,4 ± 0,02	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,03
Вклад «активных» влияний (э,н,м) на микрокровоток, %	87,0	87,0	87,1
Вклад «пассивных» влияний (д, с) на микрокровоток, %	13,0	13,0	12,9
Реактивность микрососудов на задержку дыхания - ИДП, %	44,3 ± 2,6	50,0 ± 3,9	39,3 ± 3,4
Реактивность микрососудов на окклюзионную пробу - РКК,%	149,8±6,6	146,0±11,1	153,0±7,8

Автоматическая обработка данных при выполнении дыхательной пробы показала, что симпатическая вазомоторная реактивность не изменена лишь у 33,3 %, у 24,6 % она снижена, а у 42,1 % обследованных лиц обоюго пола повышена. Среди юношей испытуемые с преобладанием симпатических влияний на кровоток составляют более 50 %, у девушек – менее 30 %.

Таблица 3

Показатели ОТО у здоровых молодых людей

Показатели	Все испытуемые	Юноши	Девушки
Сатурация крови в микроциркуляторном русле – SO_2 , %	74,0 ± 1,1	75,6 ± 1,7	72,7 ± 1,4
Оносительный объем фракции эритроцитов – Vr , %	8,23 ± 0,24	8,18 ± 0,37	8,27 ± 0,31
Индекс относительной перфузионной сатурации кислорода в микрокровоотоке Sm , усл. ед.	4,26 ± 0,21	4,31 ± 0,36	4,22 ± 0,23
Индекс удельного потребления кислорода в ткани I , усл. ед.	51,4 ± 2,0	53,1 ± 3,1	50,0 ± 2,6

Показатели реактивности микрососудов на 3-х минутную окклюзионную пробу у испытуемых разного пола отличаются незначительно: резерв кровотока (РКК) у юношей составляет 146,0±11,1 %, у девушек – 153,0±7,8 %. В этом случае девушки также демонстрируют тенденцию к более значительному увеличению притока крови в микроциркуляторное русло вследствие снижения тонуса микрососудов, по сравнению с юношами.

На основании автоматической обработки результатов окклюзионной пробы делается вывод о типе микроциркуляции: у 94,9 % испытуемых тип микроциркуляции мезоемического, у 5,1 % – гиперемического. Мезоемический тип микроциркуляции характеризуется средними параметрами тканевого кровотока и хорошо выраженной аperiodичностью колебаний в ЛДФ-грамме, что отражает высокий уровень подвижности эритроцитов в тканях. Для гиперемического типа микроциркуляции характерен повышенный уровень тканевого кровотока, что, как правило, обусловлено повышенной плотностью функционирующих капилляров и более низким тонусом микрососудов. В нашем исследовании все испытуемые с гиперемическим типом микроциркуляции - девушки (3 человека). По данным [5; 8], у здоровых юношей преобладающим является мезоемический тип микроциркуляции (87 % случаев), в то время как у девушек мезоемический тип встречается лишь в 57 %, а гиперемический тип – в 14 % наблюдений.

Уровень насыщения артериальной крови кислородом SpO_2 , определяемый методом пульсоксиметрии, у юношей составляет 99±0,03, у девушек 98±0,05 %. Показатели ОТО представлены в таблице 3. У юношей наблюдается тенденция к

увеличению насыщения крови микроциркуляторного русла кислородом: показатель SO_2 у них составляет $75,6 \pm 1,7 \%$ по сравнению с $72,7 \pm 1,4 \%$ у девушек. Выше у юношей и индекс относительной перфузионной сатурации кислорода в микрокровоотоке S_m , и индекс удельного потребления кислорода в ткани I. Вместе с тем, достоверных различий показателей ОТО у обследованных юношей и девушек не наблюдается.

Автоматическая обработка данных показала, что насыщение микрокровоотока кислородом у $57,6 \%$ испытуемых обоего пола находится в границах среднестатистических значений ($M \pm m$), уменьшение этого показателя наблюдалось у $27,1 \%$, увеличение – у $15,3 \%$ испытуемых. При этом среди лиц с относительно низкими показателями преобладали девушки ($36,1 \%$), а среди лиц, имеющих высокие значения, – юноши (22%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, среди обследованных нами здоровых молодых людей у $94,9 \%$ наблюдается мезоэмический тип микроциркуляции, у $5,1 \%$ – гиперемический тип, при которых активно работают все механизмы регуляции микроциркуляции. У юношей наблюдается тенденция к увеличению уровня микроциркуляции (ПМ), реактивности микрососудов и насыщения крови микроциркуляторного русла кислородом, по сравнению с девушками. При выполнении функциональных проб у юношей отмечается большая выраженность нейрогенных и миогенных изменений по сравнению с девушками. Однако, достоверных гендерных различий во вкладе «активных» сосудистых и «пассивных» дыхательных и кардиогенных влияний на микроциркуляцию не наблюдается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асямолов П.О. Физиологическая оценка микрогемодициркуляции и метаболизма тканей школьников и студентов в условиях экологически агрессивной среды обитания: Автореф. дис. ... канд. биол. наук (03.02.08 – экология). – Брянск: БГУ им. акад. И.Г. Петровского, 2013. – 22 с.
2. Гурова О.А. Изменение показателей микроциркуляции крови у студентов в течение дня // Новые исследования. – 2013. – № 2 (35). – С. 66-71.
3. Гурова О.А., Козлов В.И. Особенности микроциркуляции крови в коже у детей // Вестник РУДН. Серия Медицина. – 2011. – № 1. – С. 12-16.
4. Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клинично-морфологические аспекты изучения // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – Т.5, № 2. – С. 84-101.

5. Козлов В.И. Развитие системы микроциркуляции: монография. – М.: Изд-во РУДН, 2012. – 314 с.
6. Козлов В.И., Гурова О.А., Морозов М.В. Показатели ЛДФ-грамм в коже различных областей тела человека и их морфофункциональное обоснование // Вестник РУДН. Серия Медицина. – 2013. – № 1. – С. 20-26.
7. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. – М.: Медицина, 2005. – 254 с.
8. Литвин Ф.Б. Возрастные и индивидуально-типологические особенности микроциркуляции у мальчиков-подростков и юношей // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – Т. 5, № 3. – С. 44-50.
9. Тверитина Е.С., Федорова М.З. Реактивность микрососудов кожи у юношей и девушек с разным тонусом вегетативной нервной системы // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2012. – Т. 11, № 1 (41). – С. 45-51.
10. Freccero C., Wollmer P, Sundkvist G., Svensson H. Laser Doppler perfusion monitoring and imaging especially as regards testing for sympathetic nerve function // J. of Vascular Research. – 2006. – Vol. 43 (suppl 1). – P. 38.
11. Pries A.R., Secomb T.W. Blood flow in microvascular networks // Handbook of physiology microcirculation / Eds.: R.F. Tuma, W.N. Duran, R. Ley. – Amsterdam-Tokyo. 2008. – P. 3-36.

ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОВЕГЕТАТИВНОГО, ГОРМОНАЛЬНОГО И ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПОДРОСТКОВ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

О.Н. Адамовская¹, И.В. Ермакова, Н.Б. Сельверова
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва

Выявлены возрастные и половые особенности нейровегетативного, гормонального и психоэмоционального статуса подростков на начальных этапах полового созревания. Установлено, что по мере полового развития увеличивается уровень половых стероидов и их предшественника, повышаются основные физические показатели, динамика показателей вариабельности ритма сердца у мальчиков и девочек носит разнонаправленный характер, психоэмоциональное напряжение возрастает только у девочек.

Ключевые слова: подростки, автономная нервная регуляция сердечного ритма, адаптационные возможности, кортизол, ДГЭА, тестостерон, эстрадиол.

Vegetative, hormonal and psychoemotional status of teenagers at the initial stages of puberty. *There were revealed the peculiarities of vegetative, hormonal and psychoemotional status of teenagers at the initial stages of puberty. It was found out that during puberty the level of sex steroids and their precursors is increasing, main physical characteristics are getting higher, the dynamics of heart rate variability in boys and girls is different, and psychoemotional tension rises only in girls.*

Key words: teenagers, autonomic heart rate regulation, adaptation capabilities, cortisol, DHEA, testosterone, estradiol.

Оценка нейровегетативного статуса на основе анализа вариабельности ритма сердца представляет одно из важнейших направлений в физиологии и медицине, поскольку его критерии служат для определения уровня адаптационных резервов организма, состояния здоровья, для прогнозирования успешности адаптированности человека к различным условиям и видам деятельности [4; 10; 34; 37]. Особую значимость такие исследования приобретают в критические периоды развития человека, например, в период полового созревания, который сопровождается значительными морфофункциональными изменениями. Изучению автономной нервной регуляции сердечного ритма у подростков посвящено большое количество

Контакты: ¹ Адамовская О.Н. – E-mail: <Krysyuk-19@yandex.ru>

работ, в которых по показателям variability ритма сердца определялся уровень адаптационных резервов [11], показаны возрастные особенности физического развития, вегетативной регуляции сердечного ритма и эндокринного статуса у подростков [12; 14; 16], выявлена взаимосвязь variability ритма сердца и нейродинамических свойств нервной системы [5], проведена оценка функционального состояния организма у подростков с разным опытом работы за компьютером [8]. В тоже время в литературе недостаточно освещены особенности нейровегетативного статуса организма подростков с учетом биологического возраста, половых и индивидуальных особенностей.

Пубертат является динамичным периодом онтогенеза, связанным с метаболическими и гормональными сдвигами. Именно в этот период увеличивается уровень половых стероидов, что обеспечивает становление репродуктивной системы и усиление обмена веществ, который способствует интенсификации физического развития детей. Подростковый возраст считается чувствительным к влиянию средовых факторов, действие которых вызывает повышение психоэмоционального напряжения ребенка. Своевременное выявление его симптомов у детей и подростков позволяет предотвратить негативные проявления стрессовой ситуации, способствует сохранению психического и соматического здоровья. Известно, что индикаторами реакции организма на стрессовые воздействия являются показатели вегетативной регуляции сердечного ритма [2; 18] и кортизол [17]. Исходная низкая парасимпатическая активность, высокий уровень утреннего кортизола в слюне и его резкое снижение в течение суток могут служить маркерами хронического стресса [21; 31].

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования является изучение нейровегетативного, гормонального, психоэмоционального статуса и физического развития подростков с учетом стадии полового созревания, их половых и индивидуальных особенностей.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие 150 детей обоего пола, учащиеся 3-6 классов школ г. Москвы, в возрасте 9-12 лет (средний возраст $11,03 \pm 0,06$ лет). Все дети, согласно данным медицинских карт, относились к I-II группам здоровья и имели физическое развитие, соответствующее возрастным нормам (средний рост – $145,40 \pm 0,65$ см; средний вес – $38,42 \pm 0,73$ кг).

Для оценки физического развития школьников по стандартной методике проводили антропометрические измерения. Массу тела измеряли на электронных весах Tanita (модель BC-571, Япония) с точностью до 50 г. При определении общей массы тела автоматически с помощью биоимпеданса вычислялся процент содержания жира в организме с точностью до 0,1 %. Длину тела определяли с ис-

пользованием штангового антропометра с точностью до 0,5 см. Индекс массы тела (ИМТ) вычисляли как отношение массы тела, выраженной в килограммах (кг), к квадрату длины тела, выраженной в метрах (m^2).

Медицинский осмотр, во время которого оценивалось половое развитие детей по авторской методике [7] проводила эндокринолог, д.м.н. Н.Б. Сельверова. Наполняемость каждой группы с учетом стадии полового созревания и пола составляла не менее 25 человек.

Регистрацию ЭКГ проводили с помощью компьютерного кардиографа «Пол-спектр-12» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). Особенности автономной нервной регуляции СР оценивали по показателям спектрального анализа variability сердечного ритма:

HF (mc^2 , п.у., %) – мощность спектра в диапазоне высоких частот (0,15-0,4 Гц). Мощность в этом диапазоне отражает вагусный контроль сердечного ритма (колебания активности ПНС) и связана с актом дыхания;

LF (mc^2 , п.у., %) – мощность спектра в диапазоне низких частот (0,04-0,15 Гц). Мощность в этом диапазоне отражает, преимущественно, колебания активности симпатического регуляторного звена сердечного ритма (хотя и имеет смешанное симпато-парасимпатическое происхождение) и связана с системой регуляции артериального;

VLF (mc^2 , п.у., %) – мощность спектра в диапазоне очень низких частот (0,003-0,04 Гц). Мощность спектра в этом диапазоне характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может использоваться в качестве надежного маркера степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипоталамо-гипофизарным (гуморально-метаболический уровень) и корковым (центральный эрготропный) уровнями;

TP (mc^2) – общая мощность спектра или полный спектр частот, характеризующих ВРС. Это мощность спектра в диапазоне от 0,003 до 0,4 Гц. Она отражает суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм: активация вагуса приводит к увеличению величины TP, повышение активности СНС - к обратному эффекту;

LF/HF – отношение низкочастотной составляющей спектра к высокочастотной: это соотношение условно характеризует процентный вклад симпатических и парасимпатических влияний в автономную регуляцию сердечного ритма: его увеличение свидетельствуют о симпатизации регуляции СР, уменьшение - об обратном эффекте.

Кроме показателей временного и спектрального анализов variability ритма сердца вычисляли показатель «адаптационные резервы» (АР), который определяли при проведении ортостатической пробы.

Величина AP вычислялась по формуле [11]:

$$AP = (RRNN_{орто} - RRNN_{клино}) \times 100 / RRNN_{клино} + (LF/HF_{орто} - LF/HF_{клино}) \times 100 / LF/HF_{орто} + (K_{30:15} \times 2),$$

где: $RRNN_{клино,мс}$ - средняя длительность интервалов RR в горизонтальном положении; $RRNN_{орто,мс}$ - средняя длительность интервалов RR в вертикальном положении; $K_{30:15}$ - отношение минимального значения R-R интервала, к самому длинному R-R интервалу во время переходного периода ортостатической пробы.

Адаптационные резервы организма оценивали по следующей шкале:

Хорошие	12 – 6
Удовлетворительные	6 – 0
Снижены	0 – (-6)
Значительно снижены	(-6) - (-12)

Психэмоциональное состояние детей оценивали по тесту школьной тревожности Филлипса и шкалы явной тревожности CMAS в адаптации А.М. Прихожан [15]. Особенности личности школьников изучали с помощью теста Г. Айзенка и Р. Кеттелла (Э.М. Александровская, И.Н. Гильяшева). Дополнительно проводили социометрический тест в модификации А.Я. Каплана (2006).

Для оценки эндокринного статуса испытуемые собирали сразу после пробуждения утреннюю нестимулированную слюну в пластиковые одноразовые пробирки. Пробы слюны до проведения анализа хранили в морозильной камере при температуре $-20^{\circ}C$. Концентрацию гормонов: кортизола, дегидроэпиандростерона (ДГЭА) и половых стероидов (тестостерон у мальчиков, эстрадиол у девочек) определяли иммуноферментным методом с помощью стандартных диагностических наборов фирмы DRG International, Inc. Оптическую плотность измеряли на ИФА-анализаторе «Stat Fax 2100», значения концентрации гормонов вычисляли, используя 4-х параметрическое уравнение. Концентрацию кортизола выражали в нг/мл, ДГЭА и половых стероидов в пг/мл

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерного пакета программы «Statistica 6.0» и «SPSS 20». Достоверность различия изучаемых параметров между группами оценивали по t-критерию Стьюдента. Для оценки тесноты статистической связи между показателями проводили корреляционный анализ (коэффициент Пирсона), описательную статистику. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проявление и развитие вторичных половых признаков характеризует уровень биологической зрелости организма в целом, отражает степень сформированности нейроэндокринных механизмов регуляции физиологических процессов в этот пе-

риод. Испытуемые находились на I-III стадии пубертата. Приведём их краткую характеристику. I стадия полового созревания – стадия детства характеризуется медленным развитием репродуктивной системы, при неуклонном развитии организма. У девочек эта стадия заканчивается в 8-10 лет, у мальчиков длится до 10-13 лет. II стадия полового созревания - гипофизарная - характеризует начало пубертата. У девочек эта стадия наблюдается в 8-10 лет, у мальчиков – в 10-13 лет. В этот период происходит резкая активация гипофиза. Первичным морфологическим признаком начала пубертата у мальчиков являются значительные изменения яичек, у девочек – увеличение молочных желёз. Эта стадия заканчивается у девочек в 9-12 лет, у мальчиков – в 12-14 лет. III стадия полового созревания – стадия активации гонад. У девочек эта стадия начинается в 10-11 лет и морфологически характеризуется дальнейшим развитием молочных желез и лобковым волосением. У мальчиков III стадия пубертата начинается с 12-14 лет, отмечается увеличение концентрации в крови половых стероидов под влиянием фоллитропина и увеличивающегося лютропина.

Предшественником половых стероидов (тестостерона и эстрадиола) является дегидроэпиандростерон (ДГЭА), а увеличение его уровня связано с половым созреванием [36; 39]. Данные по концентрации ДГЭА и половых стероидов представлены в табл. 1. В целом по группе среднее значение уровня этого андрогена в утренней слюне составило $207,97 \pm 8,38$ пг/мл и колебалось от 48,58 пг/мл до 617,48 пг/мл. Сравнительный анализ показал, что у девочек утренняя концентрация ДГЭА выше, чем у их мальчиков ($219,52 \pm 12,22$ пг/мл против $197,06 \pm 11,43$ пг/мл), но различия не были достоверными. Другие исследователи [28; 32], получившие такие же результаты, отмечают большую индивидуальную вариабельность этого стероида, что, вероятно, обусловлено биологическим возрастом испытуемых.

Таблица 1

Концентрация половых стероидов и ДГЭА на разных стадиях пубертата

стадии	мальчики		девочки	
	тестостерон, пг/мл	ДГЭА, пг/мл	ДГЭА, пг/мл	эстрадиол, пг/мл
I	$24,18 \pm 2,74$	$177,01 \pm 16,04$	$189,38 \pm 9,68$	$1,22 \pm 0,17$
II	$30,51 \pm 3,75$	$194,49 \pm 18,63$	$211,83 \pm 21,96$	$1,76 \pm 0,18 a_{I-II}^*$
III	$36,09 \pm 2,93 a_{I-III}^{**}$	$220,78 \pm 24,15$	$268,88 \pm 27,85 a_{I-III}^{**}$	$2,05 \pm 0,30 a_{I-III}^*$

Примечание: а – достоверность различий между показателями в группах мальчиков и девочек разного биологического возраста; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$.

Результаты последних исследований показывают прогрессивное увеличение уровня ДГЭА в слюне у девочек [27]. В настоящем исследовании выявлена взаимосвязь между уровнем ДГЭА и ростом ($r=0,24$; $p<0,05$ у мальчиков и $r=0,36$; $p<0,01$ у девочек), весом ($r=0,39$; $p<0,01$ и $r=0,28$; $p<0,05$, соответственно), стадией пубертата ($r=0,31$; $p<0,01$ у девочек), что подтверждает это предположение.

В настоящем исследовании концентрацию половых стероидов определяли в слюне, так как гормоны в ней находятся в свободном состоянии и многочисленными исследованиями установлена корреляция их содержания с концентрацией в сыворотке крови [23; 25]. В период полового созревания происходит увеличение уровня половых стероидов, которые обеспечивают становление и функционирование репродуктивной системы. У мальчиков от I к III стадии полового развития отмечается достоверное увеличение концентрации тестостерона ($p<0,01$), что согласуется с результатами других исследователей [40]. Корреляционный анализ выявил статистически значимую связь между концентрацией тестостерона и ростом ($r=0,27$; $p<0,05$), весом ($r=0,27$; $p<0,05$), стадией пубертата ($r=0,27$; $p<0,05$). Взаимосвязь уровня тестостерона в слюне с биологическим возрастом также наблюдали в группах 12-16-летних подростков [26]. Считается, что повышение слюнного тестостерона становится более быстрым, когда объем тестикул достигает 10 мл [20]. Часто увеличение уровня тестостерона связывают с пубертатным скачком роста [30]. У девочек от I к III стадии пубертата происходит рост уровня эстрадиола в слюне ($p<0,05$). Такой паттерн увеличения уровня половых стероидов наблюдали другие исследователи [27]. Корреляционный анализ выявил статистически значимую связь между концентрацией эстрадиола и ростом ($r=0,25$; $p<0,05$), весом ($r=0,31$; $p<0,05$), жировой массой ($r=0,24$; $p<0,05$) и стадией пубертата ($r=0,32$; $p<0,01$).

Известно, что эндокринной системе принадлежит важная роль в регуляции процессов роста и развития. В ходе пубертата под действием половых гормонов происходит усиление обмена веществ, что способствует интенсификации ростовых процессов. Антропометрические данные, полученные у детей, находящихся на разных стадиях полового созревания, представлены в таблице 2. В целом по группе, мальчики достоверно отличаются от девочек по основным антропометрическим показателям (по длине тела: $147,04\pm 0,87$ см против $143,62\pm 0,94$ см; $p<0,001$ и по массе тела: $40,54\pm 1,03$ кг против $36,12\pm 0,96$ кг $p<0,01$). У мальчиков, находящихся на I и II стадии полового созревания, длина, масса тела, содержание жира и индекс массы тела практически не отличались. От II к III стадии полового созревания происходит достоверное увеличение длины тела ($p<0,01$). У девочек наблюдается отчетливое увеличение длины тела от I к III стадии ($p<0,001$) и массы тела от II к III стадии пубертата. При сравнении детей одного биологического возраста обнаружили, что мальчики и девочки по показателям физического развития отличаются только на I стадии пубертата ($p<0,001-0,01$).

Жировая ткань является важным компонентом состава тела человека, который информирует о состоянии нейроэндокринной системы и двигательном режиме [6]. Нормальное содержание жировой ткани в организме является необходимым условием его жизнедеятельности, тогда как её повышенный уровень становится фактором риска развития сердечно-сосудистой и эндокринной патологии [13]. В целом по группе у девочек выше содержание жировой массы тела ($19,56 \pm 0,82$ % против $16,04 \pm 0,64$ %; $p < 0,01$). В динамике этого показателя в пубертате отмечаются разнонаправленные изменения: у мальчиков от I к III стадии пубертата оно снижается ($p < 0,05$), а у девочек увеличивается, что объясняется влиянием эстрадиола и лептина, уровень которых растёт, способствуя половому развитию и региональному распределению жира [35]. Половые различия по содержанию жировой массы тела наиболее выражены на III стадии ($p < 0,01$).

Таблица 2

*Показатели физического развития
у детей разного биологического возраста*

стадия	n	длина тела, см	масса тела, кг	жировая масса тела, %	индекс массы тела, кг/м ²
м а л ь ч и к и					
I	25	144,92±1,56b**	39,67±1,90b**	17,39±1,03	18,70±0,61b*
II	25	144,63±1,17a _{II-III} **	38,82±1,52	16,61±1,26	18,45±0,55
III	25	151,67±1,39a _{I-III} **	43,19±1,89	14,10±0,90a _{I-III} * b**	18,60±0,53
д е в о ч к и					
I	25	138,89±1,39a _{I-II} *	32,42±1,22	18,93±1,24	16,77±0,55
II	25	143,86±1,21a _{II-III} **	35,87±1,48a _{II-III} *	19,54±1,32	17,29±0,58
III	25	149,52±1,65a _{I-III} **	41,32±1,96a _{I-III} **	20,44±1,85	18,44±0,76

*Примечание: a – достоверность различий между показателями в группах мальчиков и девочек разного биологического возраста; b – достоверность различий между показателями в группе мальчиков и девочек одного биологического возраста; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.*

Для изучения связей между показателями физического развития и степенью полового созревания был проведён корреляционный анализ. Как и предполагалось, обнаружили тесные связи между стадией пубертата и длиной тела ($r=0,36$ у мальчиков и $r=0,54$ у девочек; $p < 0,01$), массой тела ($r=0,43$; $p < 0,01$ у девочек), % ЖМТ ($r=-0,24$; $p < 0,05$ у мальчиков). Аналогичную зависимость наблюдали и другие авторы у 10-16-летних детей [9].

Таблица 3

Показатели временного и спектрального анализа вариабельности ритма сердца у подростков на I-III стадиях полового созревания

показатели	пол	стадии полового созревания		
		I	II	III
RRNN, мс	м	674,28±15,9	683,34±12,7	705,52±18,6
	д	664,82±18,2	628,25±14,8	649,78±16,5
SDNN, мс	м	54,24±3,9	58,88±4,1	63,40±5,6
	д	62,04±4,8	53,46±5,9	52,94±4,0
RMSSD, мс	м	45,48±5,1	51,81±6,0	58,24±5,4
	д	52,88±6,7	43,84±8,2	38,47±4,2 _{a1-III} *
pNN50, %	м	19,98±3,9	21,95±3,5	26,51±4,2
	д	24,41±4,3	17,96±3,4	16,53±4,2
TP, мс ²	м	4119,96±498,7	4853,81±443,7	5522,52±535,7 _{a1-III} *
	д	5827,92±469,5	4835,92±466,7	4332,26±457,3 _{a1-III} *
VLF, мс ²	м	1125,64±116,22	1191,00±126,9	1444,88±232,8
	д	1488,28±165,9	1316,73±145,6	1439,36±165,3
LF, мс ²	м	1296,36±124,5	1508,19±138,4	1790,64±220,3
	д	1660,72±121,6	1483,57±166,9	1493,78±185,4
HF, мс ²	м	1698,12±203,8	2154,61±243,7	2286,88±287,8 _{a1-III} *
	д	2679,16±300,4	2035,76±256,7	1399,36±168,6 _{a1-III} *
LF, п.у.	м	48,80±3,2	46,37±3,0	51,14±3,5
	д	46,38±3,7	51,31±3,5	55,56±3,4
HF, п.у.	м	51,20±3,2	53,63±3,0	48,85±3,6
	д	53,62±3,7	48,69±3,5	44,43±3,4
LF/HF	м	2,68±1,2	1,08±0,2	1,32±0,2
	д	1,05±0,2	3,45±1,5	1,50±0,2
VLF, %	м	29,58±2,2	28,10±2,6	28,33±2,3
	д	29,97±2,7	29,33±2,3	37,23±3,2
LF, %	м	33,46±2,5	32,01±1,9	35,72±2,5
	д	29,74±2,1	35,45±2,5	34,62±2,7
HF, %	м	37,36±2,8	39,88±3,2	35,94±3,2
	д	40,40±3,6	35,11±3,2	28,08±3,0
AP	м	4,31±1,1	3,35±0,6	4,65±0,6
	д	3,23±0,3	3,87±0,8	4,65±0,4

Примечание: а – достоверность различий между показателями в группах мальчиков и девочек разного биологического возраста; * - $p < 0,05$.

Исследование нейровегетативного статуса подростков на начальных стадиях полового созревания показало, что у всех обследованных детей частотный спектр

вариабельности ритма сердца (ВРС) характеризовался хорошо выраженными волнами высокой, низкой и очень низкой частот (табл. 3).

Выявлены возрастные и половые особенности автономной нервной регуляции сердечного ритма: у мальчиков от I к III стадии отмечается усиление суммарных нейрогуморальных влияний (TP, mc^2), а также увеличивается активность парасимпатического отдела автономной нервной системы (HF, mc^2); у девочек же, наоборот, от I к III стадии пубертата наблюдается уменьшение общей мощности спектра (TP, mc^2) и высокочастотного компонента (HF, mc^2 ; RMSSD, mc), что свидетельствует о снижении активности парасимпатических влияний на ритм сердца.

По нашему мнению, данные половые особенности вариабельности ритма сердца связаны с нарастанием концентрации половых гормонов от I к III стадии пубертата. Установлено, что кардиотропные эффекты половых гормонов могут быть обусловлены их прямым влиянием на сердечную ткань [24; 29] или через модуляцию вегетативного тонуса [41]. Корреляционный анализ между показателями ВРС и половыми гормонами выявил наличие достоверных отрицательных связей эстрадиола с мощностью волн высокой частоты у девочек ($r = -0,41$ при $p < 0,01$). В литературе встречаются данные о положительной корреляции между андрогенами и парасимпатической активностью у подростков и взрослых мужчин [19; 22].

Ортостатическая проба является одним из наиболее простых и безопасных функциональных тестов, который позволяет оценить уровень адаптационных резервов организма подростков. Все учащиеся в зависимости от значений показателя «адаптационные резервы» (AP) были разделены на 3 группы (табл. 4). Группу А (с хорошими AP) составили в зависимости от биологического возраста от 48 % до 56 % всех испытуемых. Группу В (с удовлетворительными AP) составили в зависимости от возраста от 28 % до 32 % всех испытуемых. Группу С (со сниженными AP) составили в зависимости от возраста от 16 % до 24 % всех испытуемых.

Наибольшие различия в автономной нервной регуляции СР выявлены между детьми крайних групп (группы А и С) независимо от стадии пубертата (рис.1) Дети с хорошими AP характеризуются достоверно более высокой общей мощностью спектра за счет более высокой мощности всех показателей высокочастотного компонента (HF). Структура симпатико-парасимпатического воздействия на сердечный ритм у детей с плохими AP характеризуется большим вкладом в регуляцию СР центральных эрготропных (VLF) и симпатических (LF) влияний. Выявленные различия регуляторных влияний на СР между детьми крайних групп свидетельствуют о том, что в состоянии покоя дети со сниженными AP по сравнению с испытуемыми с хорошими AP характеризуются большим напряжением механизмов регуляции сердечного ритма.

Таблица 4

*Распределение подростков разного биологического возраста
по уровню адапционных резервов (%)*

стадия пубертата	пол	группы		
		А	В	С
I	м	56	28	16
	д	50	30	20
II	м	48	31	21
	д	52	30	18
III	м	49	29	22
	д	44	32	24

Примечание: А – высокие, В – удовлетворительные, С – сниженные адапционные резервы.

Известно, что участие высших уровней управления сердечным ритмом свидетельствует о напряжении регуляторных механизмов [3]. Кроме того, функциональный резерв организма тем выше, чем ниже напряжение регуляторных механизмов, необходимых для сохранения сердечно-сосудистого гомеостаза [1]. У испытуемых с удовлетворительными АР вклад волн разной частоты в общую мощность спектра примерно одинаков, что свидетельствует о равнозначности симпато-парасимпатических, гуморально-метаболических и центральных эрготропных регуляторных влияний на сердечный ритм.

Корреляционный анализ между показателями ВРС и АР выявил наличие достоверных положительных связей АР с общей мощностью спектра ТР, mc^2 ($r=0,91-0,93$ при $p<0,01$), мощностью волн высокой частоты - HF, mc^2 , HF, %, HF, п.у. ($r=0,65-0,75$ при $p<0,01$), и отрицательных связей с мощностью волн низкой частоты LF, mc^2 , LF, %, LF, п.у. ($r=0,46-0,63$ при $p<0,01$) и очень низкой частоты - VLF, mc^2 , VLF, % ($r=(-0,58)-(-0,62)$ при $p<0,01$), что указывает на прямую зависимость уровня адапционных резервов от активности парасимпатического отдела АНС и обратную зависимость от симпатических, центральных и гуморально-метаболических влияний на СР. Связей показателя АР с уровнем половых гормонов, кортизола, ДГЭА и показателями физического развития не выявлено.

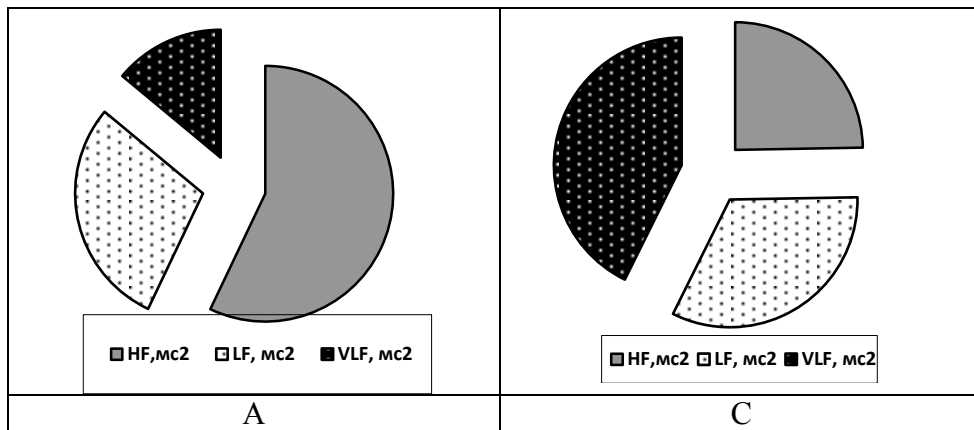


Рис. 1. Вклад волн разной частоты в общую мощность спектра у подростков с хорошими (А) и сниженными (С) адаптационными резервами

В подростковом возрасте организм очень чувствителен к влиянию факторов среды, действие которых вызывает повышение психоэмоционального напряжения детей. Подростки отличаются повышенной возбудимостью и эмоциональной неустойчивостью, поэтому оценку психоэмоционального статуса испытуемых проводили с учётом биологического возраста. Установили, что девочки на III стадии пубертата чаще испытывают фрустрацию потребности в достижении успеха ($p < 0,01$), страх и проблемы в отношениях с учителями ($p < 0,05$), чем девочки, находящиеся на I-II стадии полового развития. У мальчиков достоверных различий по показателям психоэмоционального статуса в зависимости от степени биологической зрелости не выявлено.

Кортизол – главный стрессовый гормон коры надпочечников. В целом по группе среднее значение его уровня в утренней слюне составило $6,47 \pm 0,16$ нг/мл и колебалось в диапазоне от 2,17 до 13,09 нг/мл. При этом концентрация кортизола у девочек была достоверно выше, чем у мальчиков ($6,90 \pm 0,26$ нг/мл против $6,01 \pm 0,19$ нг/мл; $p < 0,01$). Уровень кортизола в слюне как у мальчиков, так и у девочек на разных стадиях пубертата был примерно одинаковым (рис. 2). При сравнении уровня кортизола в группах мальчиков и девочек одного биологического возраста достоверные различия удалось выявить только на II стадии полового созревания ($5,93 \pm 0,33$ нг/мл у мальчиков против $7,33 \pm 0,35$ нг/мл у девочек; $p < 0,01$). Наши результаты подтверждают литературные данные об относительной стабильности функционирования гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси у детей и подростков [33, 38].

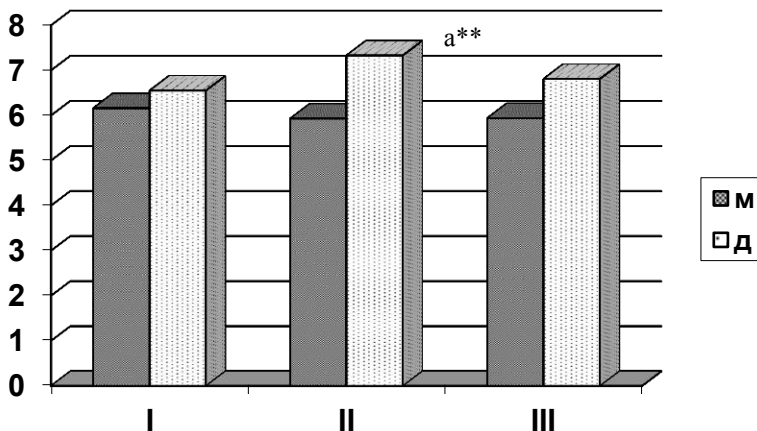


Рис.2. Уровень кортизола в слюне у подростков на начальных стадиях пубертата

*Примечание: a** – достоверность различий между уровнем кортизола в группах мальчиков и девочек одного биологического возраста при $p < 0,01$*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Период полового созревания является одним из ответственных этапов развития организма детей, в ходе которого изменяется их гормональный статус: от I к III стадии пубертата происходит увеличение концентрации в слюне как ДГЭА – предшественника половых гормонов, так и самих половых стероидов: тестостерона и эстрадиола. Увеличиваются основные показатели физического развития (длина и масса тела). Содержание и динамика жировой массы тела в пубертате зависит от пола: у девочек она растет по мере полового развития, а у мальчиков – снижается. Изменяется нейровегетативный статус подростков: у мальчиков от I к III стадии отмечается усиление суммарных нейрогуморальных влияний, а также увеличивается активность парасимпатического отдела автономной нервной системы; у девочек же, наоборот, от I к III стадии пубертата наблюдается уменьшение общей мощности спектра и снижение активности парасимпатических влияний на ритм сердца. Психозоциональный статус детей на разных стадиях полового созревания отличается: у девочек от I к III стадии пубертата усиливается фрустрацию потребности в достижении успеха, страх и проблемы в отношениях с учителями. Уровень кортизола в утренней слюне различается в зависимости от пола: у девочек он достоверно выше, чем у мальчиков. Изменение концентрации корти-

зола в ходе пубертата у представителей обоих полов не обнаружено.

Работа выполнена при поддержке РГНФ (грант № 15-06-10893-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н.А. Экологическая безопасность и здоровье / Н.А. Агаджанян, А.П. Гужвин, И.Н. Полуниин и др. – М. Астрахань, 2000. – 145 с.
2. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.Э. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 214 с.
3. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
4. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, А.В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-87.
5. Воропаев, Д.С. Взаимосвязь variability ритма сердца и нейродинамических свойств нервной системы у подростков 14-16 лет / Д.С. Воропаев, О.А. Ежова // Variability сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение / Мат. IV всеросс. симп. – Ижевск, УДГУ, 2008. – С. 68-71.
6. Зайцев, А.А. Изменение выраженности жировой массы у спортсменок 9-20 лет различных соматических типов / А.А. Зайцев // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2005. – № 2. – С. 126-130.
7. Колесов, Д.В. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания / Д.В. Колесов, Н.Б. Сельверова. – М.: Педагогика, 1978. – 224 с.
8. Комкова, Ю.Н. Познавательное развитие и функциональное состояние организма подростков 15-16 лет с разным опытом работы за компьютером / Ю.Н. Комкова: Автореф. ... дисс. канд. биол. наук. – М., 2011. – 22 с.
9. Мартиросов, Э.Г. Биоимпедансная оценка состава тела у детей 10-16 лет с использованием анализатора ABC-01 «Медасс». 2006. / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, Н.Д. Николаева [и др.]
URL: [http:// www.medass.ru](http://www.medass.ru)
10. Михайлов, В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения / В.М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
11. Михайлов В.М. Оценка функционального состояния (ФС) и адаптационных резервов у подростков-хоккеистов по данным variability ритма сердца. Влияние физической нагрузки на ФС / В.М. Михайлов. – 2006.
URL: [//www.neurosoft.ru](http://www.neurosoft.ru)

12. Назаренко, С.Ю. Вариабельность сердечного ритма у подростков Архангельской области / С.Ю. Назаренко: Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Архангельск, 2007. – 19 с.

13. Ожирение / под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. – М.: Медицинское информационное агентство, 2006. – 456 с.

14. Поскотинова, Л.В. Соотношение показателей variability сердечного ритма и эндокринного статуса у подростков на Севере в процессе полового созревания / Л.В. Поскотинова, Д.Б. Дёмин, Е.В. Кривоногова // Экология человека. – 2009. – № 7. – С. 27-32.

15. Прихожан, А.М. Психология тревожности: дошкольный и школьный возраст / А.М. Прихожан. – М.: Питер, 2009. – 192 с.

16. Шарапов, А.Н. Функциональные характеристики кардио-васкулярной системы у младших школьников с различными типами variability сердечного ритма / А.Н. Шарапов, В.Н. Безобразова, С.Б. Догадкина [и др.] // Новые исследования. – 2015. – Т. 42, № 1. – С. 38-49.

17. Aguilar G.M.J. Salivary cortisol as an indicator of physiological stress in children and adults; a systematic review / G.M.J. Aguilar, L.A.M. Sanchez, V.N. Mur [et al.] // Nutr. Hosp. – 2014. – V, 29, № 5. – P. 960-968.

18. Bernardi, L. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability / Bernardi, L., Wdowczyk-Szulc, J., Valenti, C., Castoldi, S., Passino, C., Spadacini, G. and Sleight, P. // Journal of the American College of Cardiology. – 2000. – № 35 (6). – P. 1462-1469.

19. Blood, J.D. The variable heart: High frequency and very low frequency correlates of depressive symptoms in children and adolescents / J.D. Blood, J. Wu, T.M. Chaplin [et al.] // J. Affect. Disord. – 2015. – V. 186. – P. 119-126.

20. Butler, G.E. Salivary testosterone levels and the progress of puberty in the normal boy / G.E. Butler, R.F. Walker, R.V. Walker [et al.] // Clin. Endocrinol. (Oxf). – 1989. – V. 30, № 5. – P. 587-596.

21. Dieleman G.C., Huizink A.C., Tulen J.H. [et al.] Alterations in HPA-axis and autonomic nervous system functioning in childhood anxiety disorders point to a chronic stress hypothesis / G.C. Dieleman, A.C. Huizink, J.H. Tulen [et al.] // Psychoneuroendocrinology. – 2015. – V. 51. – P. 135-150.

22. Dođru, M.T. The relationship between serum sex steroid levels and heart rate variability parameters in males and the effect of age / M.T. Dođru, M.M. Basar, E. Yuvanc [et al.] // Turk. Kardiyol. Dern. Ars. – 2010. – V. 38, № 7. – P. 459-465.

23. Granger, D.A. The "trouble" with salivary testosterone / D.A. Granger, E.A. Shirtcliff, A. Booth [et al.] // Psychoneuroendocrinology. – 2004. – V. 29, № 10. – P. 1229-1240.

24. Ingegno M., Money S., Thelmo W. et al. Progesterone receptors in the human heart and great vessels // Lab Invest. – 1988. – Vol. 59. – P. 353-356.

25. Hampson, E. Steroid concentrations in antepartum and postpartum saliva: normative values in women and correlations with serum / E. Hampson, S.D. Phillips, C.N. Soares [et al.] // *Biol. Sex. Differ.* – 2013. – V. 4, № 1. – P. 7-18.
26. Harden, K.P. Genetic and environmental influences on testosterone in adolescents: evidence for sex differences / K.P. Harden, N. Kretsch, J.L. Tackett [et al.] // *Dev. Psychobiol.* – 2014. – V. 56, № 6. – P. 1278-1289.
27. Kang, J.Y. Puberty-related changes in cortisol, dehydroepiandrosterone, and estradiol-17 β secretions within the first hour after waking in premenarcheal girls / J.Y. Kang, J.Y. Park, S.I. Chum [et al.] // *Neuroendocrinology.* – 2014. – V. 99, № 3-4. – P. 168-177.
28. Kushnir, M.M. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry assay for androstenedione, dehydroepiandrosterone, and testosterone with pediatric and adult reference intervals / M.M. Kushnir, T. Blamires, A.L. Rockwood [et al.] // *Clin. Chem.* – 2010. – V. 56, № 7. – P. 1138-1147.
29. McGill H.J. The heart is a target organ for androgen/ H.J. McGill, V. Anseimo, J. Buchanan, P. Sheridan // *Science.* – 1980. – Vol. 207. – P. 775–777.
30. Matchock, R.L. Diurnal and seasonal cortisol, testosterone, and DHEA rhythms in boys and girls during puberty / R.L. Matchock, L.D. Dorn, E.J. Susman // *Chronobiol. Int.* – 2007. – V. 24, № 5. – P. 969-990.
31. Michels, N. Children's heart rate variability as stress indicator: Association with reported stress and cortisol / N. Michels, I. Sioen, E. Clays [et al.] // *Biol. Psychol.* – 2013. – V. 94, № 2. – P. 433-440.
32. Mouritsen, A. The pubertal transition in 179 healthy Danish children: associations between pubarche, adrenarche, gonadarche, and body composition / A. Mouritsen, L. Aksglaede, K. Soerensen // *Eur. J. Endocrinol.* – 2012. – V. 168, № 2. – P. 129-136.
33. Noppe, G. Validation and reference ranges of hair cortisol measurement in healthy children / G. Noppe, E.F. van Rossum, J.W. Kope [et al.] // *Horm. Res. Paediatr.* – 2014. – V. 82, № 2. – P. 97-102.
34. Park S.B. Standardized tests of heart rate variability for autonomic function tests in healthy Koreans / S.B. Park, B.C. Lee, K.S. Jeong // *International Journal of Neuroscience.* – 2007. – Vol. 117, № 12. – P. 1707-1717.
35. Rogol, A.D. Sex steroids, growth hormone, leptin and the pubertal growth spurt / A.D. Rogol // *EndocrDev.* – 2010. – V. 17. – P. 77-85.
36. Saczawa, M.E. Methodological considerations in use of the cortisol/DHEA(S) ratio in adolescent populations / M.E. Saczawa, J.A. Graber, J. Brooks-Gunn [et al.] // *Psychoneuroendocrinology.* – 2013. – V. 38, № 11. – P. 2815-2819.
37. Sandercock G. Normative values, reliability and sample size estimates in heart rate variability / G. Sandercock // *Clinical Science (London).* – 2007. – Vol. 113, № 3. – P. 129-130.

38. Shirtcliff, E.A. Longitudinal stability and developmental properties of salivary cortisol levels and circadian rhythms from childhood to adolescence / E.A. Shirtcliff, A.L. Allison, J.M. Armstrong [et al.] // *Dev. Psychobiol.* – 2012. – V. 54, № 5. – P. 493-502.

39. Thankamony, A. Higher levels of IGF-I and adrenal androgens at age 8 years are associated with earlier age at menarche in girls / A. Thankamony, K.K. Ong, M.L. Ahmed // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2012. – V. 97, № 5. – P. 786-790.

40. Vandewalle, S. Sex steroids in relation to sexual and skeletal maturation in obese male adolescents / S. Vandewalle, Y. Taes, T. Fiers [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2014. – V. 99, № 8. – P. 2977-2985.

41. Villareal, R.P. Gender and cardiac arrhythmias / R.P. Villareal, A.L. Woodruff, A. Massumi // *Tex. Heart. Inst. J.* – 2001. – V. 28, № 4. – P. 265-275.

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ 12-13 ЛЕТ

Л.В. Макарова¹, Т.М. Параничева, Г.Н. Лукьянец,
Г.Н. Лезжова, Е.В. Тюрина, К.В. Орлов
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва

Изучались возрастные и половые особенности здоровья и физического развития школьников 12 и 13 лет Московского региона. Показан высокий уровень функциональных нарушений и хронической патологии у мальчиков и девочек данного возраста. Выявлены, положительные тенденции физического развития, типичные для современных подростков, проживающих в крупных городах.

Ключевые слова: дети 12 и 13 лет, состояние здоровья, физическое развитие, избыток массы тела, дефицит массы тела, гармоничное развитие, половое созревание

Health state and physical development in 12-13-year-old children. *The paper presents the study of age and gender peculiarities of health and physical development in school children of Moscow region, aged 12 and 13 y.o. There was shown a high level of functional disorders and chronic pathologies in boys and girls at this age. There were revealed positive tendencies of physical development, typical for modern teenagers, residing in large cities.*

Key words: 12-13-year-old children, state of health, physical development, excess body weight, underweight, harmonious development, puberty.

Сегодня проблема здоровья населения России стоит остро как никогда. Активные преобразования коснулись практически всех сфер жизни: экономики, здравоохранения, образования, социальной сферы. Здоровье является важнейшим индикатором благополучия общества и является непременным условием его интеллектуального и духовного потенциала, его социальной стабильности и гармоничного развития. Охрана и укрепление здоровья населения невозможны без решения проблем детства. Здоровье молодежи сегодня – экономический потенциал страны завтрашнего дня [25]. Именно поэтому чрезвычайно важно проведения исследований, направленных на раннее выявление неблагоприятных тенденций состояния здоровья детей на всех этапах возрастного развития.

В ходе развития организма подростковый возраст является переломным. Происходят интенсивный рост и увеличение размеров тела, рост и дифференцировка

Контакты: ¹ Макарова Л.В. – E-mail: <ludmilavm@mail.ru>

органов и тканей. Половой диморфизм проявляется в особенностях обменного процесса, темпа роста и развития отдельных функциональных систем и всего организма в целом [3]. Один из важных вопросов – темп полового развития детей. Изучение морфофункциональных показателей и полового развития детей у 994 детей (438 мальчиков и 506 девочек) в возрастной период с 10 до 14 лет позволили установить, что у девочек в 10 лет отмечались прямые сильные корреляционные связи между половым развитием, антропометрическими и физиометрическими показателями. У мальчиков в этот возрастной период корреляционные связи с данными показателями не превышали слабый или средний уровень. С 11 лет у детей выявлена тенденция к снижению силы корреляционной связи между темпом полового развития и антропометрическими показателями, и ее увеличение между половым развитием и физиометрическими параметрами, особенно выраженной у мальчиков [11].

Многими авторами, как современными, так и более ранними, неоднократно отмечалось влияние различных факторов на состояние полового развития [14; 17; 18; 24]. И эта связь объясняется тем, что половое развитие представляет собой частное проявление общего процесса развития организма и, естественно, подвергается воздействию тех же факторов, которые определяют это общее развитие. Это влияние особенно ясно видно при тяжелых условиях (длительное недоедание, война, нервно-психические потрясения или заболевания и т.п.). Так, В.Г. Штефко отмечал задержку полового созревания в годы гражданской войны. Исследованиями А.Г. Цейтлина [13; 14] выявлено значительное запаздывание полового созревания в послевоенный период (в 1945/1946 учебном году): число менструирующих составляло в 12 лет 6,4 %, в 13 лет – 10,2 %, в 14 лет – 26,5 %, в 14,8 лет (средний возраст для 7-го класса) – 24,3 %. Наряду с этим отмечалось и недостаточное развитие вторичных половых признаков у большинства подростков.

Тесная взаимосвязь процессов роста, развития и формирования патологических отклонений диктует необходимость совместного параллельного рассмотрения и оценки заболеваемости в связи с другими параметрами здоровья, прежде всего физического развития. Показатели физического развития выступают индикатором различных отклонений в состоянии здоровья, функциональной незрелости отдельных органов и систем. Многие заболевания сказываются на физическом развитии ребенка. Так, при туберкулезе отмечается задержка физического развития, дистрофия за счет дефицита массы тела. Значительные нарушения физического развития (гигантизм, акромегалия, инфантилизм) могут явиться отражением патологии эндокринной системы. У детей, часто и длительно болеющих, наблюдается снижение массы тела, ослабление тонуса мускулатуры, нарушение осанки, более низкий уровень биологического развития.

С другой стороны, дисгармония физического развития, например, обусловленная избыточной массой тела, сама по себе является фактором риска для разви-

тия заболеваний сердечно-сосудистой системы, ЛОР-органов, желудочно-кишечного тракта. Физическое развитие во многом определяет течение и исход болезни у ребенка.

Важным показателем уровня развития является длина тела (рост стоя), поскольку общеизвестна высокая корреляция длины тела с различными показателями физической зрелости. Оценка этого параметра основывается на сопоставлении роста стоя данного подростка с так называемыми нормативами физического развития. Такие нормативы разрабатываются для отдельных климатических зон на основании массовых обследований больших контингентов подростков края, области, республики. Известно, что средняя длина тела юношей и девушек одного и того же возраста различных городов и областей страны заметно различается. Например, средний рост школьников Ленинграда, Киева, Прибалтийских республик заметно выше, чем соответствующих контингентов средней полосы страны, Сибири, Мурманска. Зарубежные исследователи также отмечают различное соотношение роста и веса и различные ростовые показатели у жителей разной местности [26]. По многочисленным литературным данным известно, что по развитию подростки-горожане отличаются от сельских жителей. По сравнению с сельскими школьниками у городских выявлены более высокие показатели физического развития (длины тела, активной массы тела, мышечной становой силы, резервного жира) и, у сельских – аэробной производительности при выполнении физической работы [7].

В своих рассуждениях А. Gawel [21] приводит к пониманию такого аспекта здоровьесбережения, как потенциал здоровья. И с этим нельзя не согласиться, потому что ресурсы индивидуального здоровья обуславливают и правильное поведение, и являются главными психологическими условиями пребывания детей в школе. Так же считают и другие авторы [22; 27]. С этой точки зрения образовательные программы по здоровьесбережению в школе и культура школьного здоровья сопряжены со школьными заданиями, направленными на развитие физического, психического, социального и духовного здоровья.

В связи со сказанным выше, была поставлена следующая **задача исследования**: изучить возрастные и половые особенности состояния здоровья и физического развития подростков 12-13 лет.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Было обследовано 805 учащихся (419 мальчиков и 386 девочек) образовательных учреждений г Москвы в возрасте 12-13 лет. Возраст исчислялся с соблюдением правил возрастной периодизации: к 12-летним были отнесены дети в возрасте от 11 лет 6 мес. до 12 лет 5 мес. 29 дней, к 13-летним – дети в возрасте 12 лет 6 мес. до 13 лет 5 мес. 29 дней.

Оценка соматического здоровья давалась по данным анализа медицинской документации. Для выявления особенностей физического развития в группах мальчиков и девочек 12-13 лет проведена клиническая антропометрия. Оценка физического развития детей проводилась по региональным модифицированным шкалам регрессии массы тела по длине тела. Сбор антропометрических данных производился по стандартной методике.

Оценка полового развития проводилась по наличию и степени выраженности вторичных половых признаков: у девочек по степени развития молочных желез (Ma), выраженности лобкового (P), аксиллярного (Ax) оволосения и характеру менструальной функции (Me); у мальчиков – по выраженности лобкового (P), подмышечного (Ax) оволосения. Изучалась регрессионная зависимость степени полового развития, возраста менархе, от основных показателей физического развития, таких как длина тела и масса.

Сравнение показателей проводилось по t-критерию Стьюдента. Использовались также дисперсионный анализ, z-критерий долей, коэффициент корреляции Пирсона (r), коэффициент корреляции Спирмена, регрессия, анализ главных компонент, канонический корреляционный анализ. Значимые на двустороннем уровне ($p < 0,05$) различия между группами обозначены в таблицах с помощью разных подстрочных латинских букв, при отсутствии таковых - отмечены одной и той же подстрочной буквой

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что распределение по группам здоровья было примерно одинаковым: подавляющее большинство детей имели 2-ю группу здоровья (69,4 % 12-летних и 67,2 % 13-летних школьников), к 1-й группе здоровья было отнесено 18,6 % детей 12 лет и 21,5 % детей 13 лет, III – группу здоровья имели 11,5 % 12-летних и 11,3 % 13-летних школьников.

На диспансерном учете состояло 20,2 % детей 12 лет (18,1 % мальчиков и 22,7 % девочек) и 16,6 % детей 13 лет (11,8 % мальчиков и 21,3% девочек).

В таблице 1 представлены данные о наличии хронической патологии у детей 12-13 лет. Как видим, наблюдаются отдельные значимые возрастные различия по наличию определенных заболеваний. Половые различия незначимы за исключением заболеваний сердечнососудистой системы, которые несколько преобладают у мальчиков (18 % случаев против 12 % в 12-летнем возрасте и в 22 % случаев против 17 % случаев в 13-летнем возрасте).

На рис 1. отображены данные, характеризующие распределение детей по наличию у них определенного класса патологии. На рисунке ясно видно, что несмотря на некоторые возрастные различия, прослеживается общая закономерность, а именно у детей преобладает патология ОДА – она наблюдается почти у

42 % детей. В основном это плоскостопие и нарушение осанки. На втором месте – патология органа зрения (около 20 % выборки). На третьем месте – патология ССС и органов дыхания и ЛОР – заболевания. К патологии ССС отнесены разнообразные нарушения работы сердца, в том числе малые аномалии развития и *аритмии*.

Таблица 1

Наличие заболеваний у детей 12-13 лет (по данным медицинских карт) в %.

Заболевания	Возраст		Пол	
	12 лет	13 лет	Мальчики	Девочки
Нервной системы	4,7a	12,6b	9,1a	6,7a
Сердечно-сосудистой системы	15,3a	19,6a	19,8a	14,2b
Пищеварительной системы	1,3a	6,1b	2,7a	4,0a
Органов зрения	15,3a	25,2b	18,0a	21,0a
Органов дыхания и ЛОР-заболевания	12,6a	21,2b	17,5a	14,8a
Кожи и подкожной клетчатки	5,3a	4,6a	4,9a	5,1a
Эндокринной системы	10,6a	13,5a	11,1a	12,6a
Опорно-двигательного аппарата	39,7a	44,8a	41,2a	42,5a
Прочие заболевания	13,5a	11,3a	12,3a	12,9a

Примечание: один учащийся может иметь несколько заболеваний

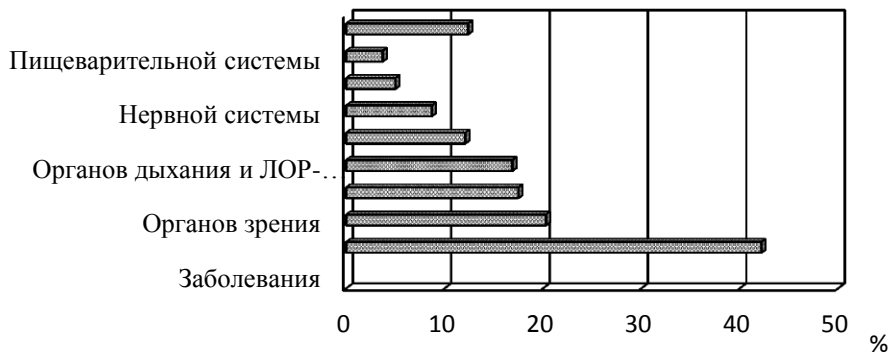


Рис. 1. Процент детей с патологией определенного класса.

Таким образом, в ранговой структуре заболеваний I место занимают заболевания ОДА – 39,7 % (12 летние дети) и 44,8 % (дети 13 лет) – различия по полу незначительны. На II месте – заболевания органа зрения: 15,3 % (12 лет) и 25,2 % (13 лет). III место занимают заболевания сердечнососудистой системы – 15,3 % (12 лет) и 19,6 % (13 лет), и органов дыхания и ЛОР-заболевания – 12,6 % (12 лет.), 21,2 % (13 лет). Все четыре лидирующих патологии: ОДА, ССС, органа зрения, ОД/ЛОР – сопутствуют друг другу чаще, чем более редкие классы патологии.

Большой интерес в свете неблагоприятной динамики состояния здоровья детей представляет статистика числа хронических заболеваний, приходящихся на одного ребенка. Тринадцатилетние дети имеют большее число заболеваний и меньший процент у них составляют случаи отсутствия заболеваний. Почти каждый 10-й ребенок в этом возрасте имеет 3 и более заболеваний. Среди 12-летних средний ребенок имеет 1,2 диагноза, а среди 13-летних – 1,6 диагноза. Значимых половых различий нет.

Физическое развитие является, как известно, одним из важнейших критериев здоровья. Физическое развитие является, как известно, одним из важнейших критериев здоровья. Результаты исследований представлены в таблицах 2 и 3. Подrostки 13 лет в среднем на 6.6 см выше 12-летних (на 6.8 см у мальчиков и на 6.3 см у девочек), что близко согласуется с нормативными данными. Достоверных различий в длине тела между мальчиками и девочками выявлено не было, но следует отметить некую тенденцию. Девочки в среднем выше мальчиков приблизительно на сантиметр, эта разница уже начинает уменьшаться с возрастом: мальчики начинают догонять девочек и даже становятся выше. Как известно, в возрастной динамике основных антропометрических признаков имеет место двойной перекрест ростовых кривых как проявление полового диморфизма, связанный с разными сроками вступления в процессы полового созревания мальчиков и девочек. Первый перекрест ростовых кривых длины тела, когда девочки опережают в росте мальчиков, приходится на 12 лет, а в возрасте 14 лет выявляется выраженное превышение длины тела у мальчиков – второй перекрест ростовых кривых. Существенное превышение основных антропометрических признаков у мальчиков сохраняется с 14 лет до завершения ростовых процессов. Максимальная скорость прибавки длины тела у мальчиков отмечена в 13, а у девочек – в 12, по массе тела и окружности грудной клетки в 13 и 11 лет у мальчиков и девочек соответственно [1]. Корреляционный анализ не выявил зависимости между вариантом длины тела и наличием какой-либо патологии.

Таблица 2

Длина и масса тела у детей 12 и 13 лет ($M \pm m$)

Показатель	12 лет	13 лет	М	Д	12 лет		13 лет	
					М	Д	М	Д
Длина тела, см	152,3 \pm 0,4 _a	159,0 \pm 0,5 _b	154,4 \pm 0,5 _a	155,8 \pm 0,4 _a	151,8 \pm 0,6 _a	153,8 \pm 0,6 _a	158,6 \pm 0,7 _a	159,4 \pm 0,6 _a
Масса тела, кг	46,4 \pm 0,6 _a	50,8 \pm 0,6 _b	48,1 \pm 0,6 _a	48,2 \pm 0,6 _a	46,4 \pm 0,8 _a	46,3 \pm 0,8 _a	50,8 \pm 1,0 _a	50,8 \pm 0,8 _a
ИМТ, усл. ед.	19,8 \pm 0,2 _a	19,9 \pm 0,2 _a	19,9 \pm 0,2 _a	19,0 \pm 0,2 _a	20,0 \pm 0,3 _a	19,6 \pm 0,3 _a	19,9 \pm 0,3 _a	19,9 \pm 0,3 _a

Таблица 3

Распределение детей 12-13 лет по вариантам длины тела в зависимости от пола и возраста (в %)

Вариант длины тела	12 лет	13 лет	М	Д	12 лет		13 лет	
					М	Д	М	Д
Низкая	3,6 _a	2,3 _a	1,5 _a	4,7 _b	2,1 _a	5,4 _a	0,7 _a	3,8 _a
Ниже среднего	11,4 _a	13,3 _a	10,8 _a	13,6 _a	10,1 _a	12,9 _a	11,9 _a	14,6 _a
Средняя	65,6 _a	66,6 _a	69,1 _a	62,7 _a	67,5 _a	63,4 _a	71,5 _a	61,8 _a
Выше среднего	15,5 _a	16,2 _a	15,5 _a	16,2 _a	16,0 _a	14,9 _a	14,6 _a	17,8 _a
Высокая	3,9 _a	1,6 _a	3,1 _a	2,8 _a	4,2 _a	3,5 _a	1,3 _a	1,9 _a

Средняя масса тела у 13-летних подростков на 4,4 кг больше, чем у 12-летних. Половые различия не выявлены (табл. 2). Оценка физического развития детей по региональным модифицированным шкалам регрессии массы тела по длине тела показала, что среди обследованных детей около 73 % детей имеют нормальную массу тела (табл. 4). В 12 лет дефицит массы наблюдается несколько чаще среди девочек; в 13 лет избыток массы наблюдается несколько чаще среди мальчиков (различия не значимы). Дефицит массы достоверно чаще встретился у 13 летних детей, а избыток – наоборот, несколько чаще у 12-летних детей. В тринадцать лет более выражены и половые особенности, особенно по показателю «избыток мас-

сы тела». Он составляет меньший процент у девочек: 4,5 против 8,1 % у мальчиков.

По данным других исследований анализ гендерных особенностей развития показал различия и характерные соотношения между длиной тела и массой тела мальчиков и девочек. Однако и здесь обращается внимание на факт отсутствия достоверных различий по ведущим соматометрическим показателям у мальчиков и девочек в возрасте 7-13 лет ($t < 1,98$, $p > 0,05$). Отчетливые проявления полового диморфизма отмечены лишь с 14-летнего возраста [1].

Таблица 4

Распределение детей 12-13 лет по вариантам физического развития (в %)

Вариант физического развития	Группа							
	12 лет	13 лет	М	Д	М 12 лет	Д 12 лет	М 13 лет	Д 13 лет
Нормальное	73,3 _a	72,4 _a	73,8 _a	72,0 _a	74,6 _a	71,8 _a	72,5 _a	72,3 _a
Дефицит массы	9,2 _a	17,4 _b	12,2 _a	12,8 _a	8,9 _a	9,4 _a	17,4 _a	17,4 _a
Избыток массы	10,0 _a	6,3 _a	9,3 _a	7,6 _a	10,2 _a	9,9 _a	8,1 _a	4,5 _a
Низкий и высокий рост	7,5 _a	3,9 _b	4,7 _a	7,6 _a	6,4 _a	8,9 _a	2,0 _a	5,8 _a

Оценка полового развития детей проводилась по времени появления и степени выраженности вторичных половых признаков. Исследования показали, что девочки опережают мальчиков в половом развитии (табл. 5, 6 рис. 2).

Таблица 5

Показатели полового созревания мальчиков 12-13 лет, %

	12 лет	13 лет
Ax0	67,9	38,0
Ax1	28,3	45,5
Ax2	3,8	15,2
Ax3	0	1,3
P0	57,7	34,2
P1	30,8	39,2
P2	10,2	25,3
P3	1,3	1,3

Таблица 6

Показатели полового созревания девочек 12-13 лет, %

	12 лет	13 лет
Ma0	15,2	2,3
Ma1	47,2	30,8
Ma2	25,6	41,5
Ma3	12,0	25,4
Ax0	29,6	8,5
Ax1	52,0	41,5
Ax2	17,6	33,8
Ax3	0,8	16,2
P0	20,0	0,8
P1	52,0	50,0
P2	17,6	25,4
P3	10,4	23,8
Me+	35,2	79,2

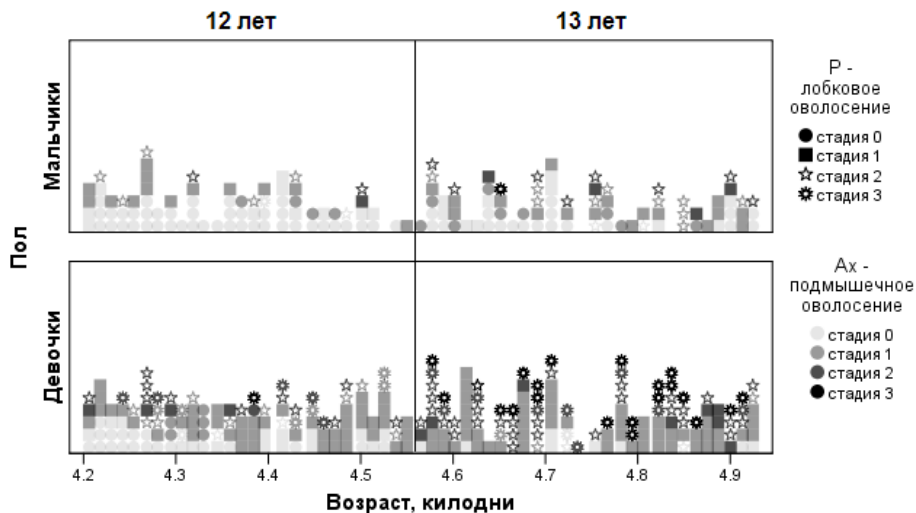


Рис. 2. Степень выраженности вторичных половых признаков в зависимости от возраста.

Лобковое оволосение опережает подмышечное в обеих возрастных группах и в обеих половых группах (критерий Вилкоксона, $p < 0,01$). Между тем, следует отметить, что процесс идет индивидуально: у одних начинается с подмышечного оволосения, у других с лобкового, у третьих одновременно. Менархе по данным опроса отмечено у 35 % девочек 12 лет и у 79 % девочек 13 лет.

С целью выявления связи между темпом полового созревания девочек и тремя факторами – возраст (в днях), длина тела, масса тела - было проведено регрессионное исследование. Использовалась порядковая логистическая регрессия. Переменная «масса тела» была предварительно прологарифмирована, чтобы сделать ее распределение более симметричным. Результаты нашего исследования показали, что основные признаки полового созревания детей 12-13 лет определяются в значительной мере возрастными изменениями гормонального статуса, а также таким показателем, как масса тела. Появление лобкового оволосения (т.е. переход с 0 на 1-ю стадию) связано с возрастом (регрессионный коэффициент¹ 1,6; $p < 0,001$), и независимо от него массой тела (регрессионный коэффициент 0,7; $p < 0,05$). Ни одна из трех переменных не оказывает значимого эффекта на дальнейший прогресс (т.е. на переход со стадии 1 и далее на более высокие). Появление подмышечного оволосения связано с возрастом (регрессионный коэффициент 0,8; $p < 0,01$), и независимо от него массой тела (регрессионный коэффициент 0,7; $p < 0,05$). Дальнейший прогресс этого признака проходит под значимым влиянием только возраста (коэффициент 0,5; $p < 0,01$). «Появление» грудных желез связано с возрастом (регрессионный коэффициент 1,1; $p < 0,01$), и собственно массой (регрессионный коэффициент 1,5; $p < 0,01$). Дальнейшее развитие грудных желез связано с этими же факторами, но в основном с возрастом (регрессионный коэффициент 0,5; $p < 0,01$). Наступление менархе зависит от возраста (регрессионный коэффициент 0,9; $p < 0,001$). Вероятно, это генетически запрограммировано и не нуждается в достижении ребенком определенных роста и массы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из наиболее важных особенностей подросткового возраста является деятельность эндокринной системы. Это центральные железы (гипоталамус и гипофиз) и периферические (щитовидная железа, кора надпочечников, семенники у мальчиков и яичники у девочек). Продукция гормона роста гипофиза увеличивается с 10-летнего возраста, достигая максимального уровня к 12-14 годам. Именно с этим связан максимальный ростовой скачок у подростков. Далее выработка это-

¹Здесь и далее регрессионный коэффициент в условиях стандартизованных предсказывающих переменных.

го гормона постепенно уменьшается, что связано с усилением активности половых гормонов. До начала полового созревания мальчики имеют более высокие антропометрические показатели, чем девочки. В период полового созревания девочки по показателям длины и массы тела, окружности грудной клетки превосходят своих сверстников. В 15 лет интенсивность роста увеличивается у мальчиков, и они вновь опережают девочек по показателям физического.

Начало и продолжительность пубертатного периода варьируют в зависимости от пола. Половое развитие современных девочек начинается с развития молочной железы, которое отметили у 13,0 % девочек в 9-летнем возрасте, далее на год позже начинает развиваться оволосение лобка и подмышечных впадин и появляется менархе [1].

В 12 лет у 80,1 % девочек имела место 1–2-я стадия развития молочной железы, у 56,4 % девочек – 1-2-я стадии развития оволосения лобка и у 83,2 % – оволосения подмышечных впадин. У девочек Барнаула формирование вторичных половых признаков начинается с 10-летнего возраста. Рост молочных желез у 50 % отмечается в возрасте 10 лет, развитие волос в подмышечной впадине – 12 лет, появление волос на лобке – 11 лет [9].

Средний возраст менархе у девочек Барнаула соответствует 12–13 годам, что совпадает с данными, полученными группой авторов, исследовавших развитие школьниц Якутии [12; 16]. У жительниц Приамурья менархе наступает на год позже (в 13-14 лет).

Половое развитие отдельных мальчиков начиналось в 10–11-летнем возрасте с развития щитовидного хряща гортани, изменения тембра голоса, оволосения лобка и подмышечных впадин, а в 12 лет начинало развиваться оволосение лица.

При изучении физического и полового развития девушек-подростков г. Красноярска О.Ю. Шиловой [15; 16] получены новые данные, свидетельствующие об особенностях ростовых процессов и формирования морфофункционального статуса современных подростков Сибири. Выявлена евнухоидизация телосложения, астенизация соматотипа, увеличение частоты трофологической недостаточности и диспропорциональности телосложения, углубление функциональных нарушений репродуктивной системы.

Проведение сравнительной оценки физического и полового развития школьниц города Архангельска в возрасте 10-17 лет в 1995-1996 и 2005-2006 годах показало, что физическое и половое развитие современных школьниц имеет ряд отклонений, сохраняются процессы децелерации, средний возраст менархе остается стабильным, однако формирование менструального цикла происходит с отставанием [5].

В последнее время уменьшается количество детей с устойчивым темпом физического развития. Так, при проведении профилактических осмотров школьников в возрасте от 6-18 лет, было выявлено, что стабильный темп физического раз-

вития составил 48,4 % от всех обследованных детей; отстающий темп физического развития составил – 31,3 % случаев и 20,2 % – опережающий темп физического развития. Причем отстающий и стабильный темп физического развития преобладал у мальчиков ($p < 0,001$), а опережающий темп доминировал у девочек ($p < 0,001$) [10].

Частота среднего гармонического развития детей в конце 90-х гг. по сравнению с 70-ми гг. снизилась на 17-19 %; частота дефицита массы тела возросла до 22 % случаев, в 2,5-3,0 % появилась низкорослость; в 74 % случаев наблюдались более низкие (на 24 %) величины ЖЕЛ и в 92 % случаев сниженные на 19 % фактические значения силы сжатия кистей рук по сравнению с должными величинами; высокая распространенность нарушений осанки (47%) и искривлений позвоночника (21 %); в 23 % случаев диагностирована вегето-сосудистая дистония. Психоневрологические отклонения регистрировались у 1/3 детей на протяжении четырех лет (I-IV) классы у одних и тех же детей.

Все это привело к появлению новых тенденций в физическом развитии подрастающей молодежи. В новом тысячелетии было отмечено существенное замедление скорости биологического развития, выражавшееся главным образом в уменьшении поперечных размеров тела, низкой массой тела, низкими показателями мышечного развития и выносливости. Таким образом, многими исследователями отмечалось появление противоположного явления - ретардации физического и полового развития [2; 4; 8; 15; 19; 20; 23; 28]. В русле этих изменений полученные нами данные состояния физического здоровья подростков 12 и 13 лет можно считать характерными для этого возраста. Так, среди обследованных нами подростков дефицит массы тела у 13-летних встречался относительно чаще, чем в возрасте 12 лет.

Процесс проявления вторичных половых признаков, как свидетельствуют полученные нами данные, идет индивидуально Несомненно, как по срокам начала, так и по длительности, у подростков оно может значительно варьировать. Однако, развитие вторичных половых признаков приурочено к определенному возрасту и происходит в строгой последовательности, нарушение которой может свидетельствовать об отклонениях в нормальном ходе развития и служит основой диагностики серьезных нейроэндокринных нарушений.

Таким образом, обобщая изложенное выше, можно сделать вывод о том, что полученные в наших исследованиях особенности физического развития и здоровья детей 12-13 лет типичны для современных подростков, проживающих в крупных городах. У обследованных школьников отмечается высокий уровень отклонений в состоянии здоровья, что свидетельствует о необходимости совершенствовать медицинское сопровождение школьников, проводить в условиях образовательных учреждений здоровьесберегающих мероприятий, осуществлять монито-

ринг здоровья детей, особенно в условиях внедрения новых образовательных стандартов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолова, Е.С. Физическое развитие современных школьников Нижнего Новгорода / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Т.В. Бадеева, М.В. Ашина, С.Ю. Косюга, А.С. Киселева // Медицинский альманах. – 2012. – № 3 (22). – С. 193-198.
2. Година, Е.З. Секулярный тренд и региональные особенности его протекания: зачем нужны локальные стандарты / Е.З. Година, И.А.Хомякова // Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Сб. мат-лов (выпуск У1). / Под ред. Акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. – М.: Издательство «ПедиатрЪ». 2013. – С. 16-32.
3. Журавлева, И.В. Здоровье подростков: социологический анализ / И.В. Журавлева. – М.: Издательство Института социологии РАН, 2002. – 240 с.
4. Кучма, В.Р. Гигиенические проблемы школьных инноваций / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, М.И. Степанова. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2009. – 240 с.
5. Лебедева, Т.Б., Тенденции физического и полового развития девочек и девушек на Северо-Западе России /Т.Б. Лебедева, А. Н. Баранов //Экология человека. – 2007. – № 3. – С. 36-38.
6. Макарова, Л.В. Особенности физического развития детей 10-11 лет / Л.В. Макарова, Г.Н. Лукьянец, К.В. Орлов // Новые исследования. – 2014 – №1 . С. 31-39.
7. Мукатаева, Ж.М. Мониторинг физического развития и здоровья учащихся павлодарской области /Ж.М. Мукатаева, С.Ж. Кабиева //Вестник Новосибирского ГПУ. – 2014. – № 1. – С. 51-73.
8. Никитин, Ю.П. Десятилетние тренды некоторых показателей здоровья и образа жизни подростков в период социально-экономических преобразований (популяционное исследование 1989–1999 гг.) / Ю.П. Никитин, Д.В. Денисова, Л.Г. Завьялова, Г.И. Симонова // Бюллетень СО РАМН. – 2003. – № 2. – С. 27-35.
9. Павлова, И.П. Физическое и половое развитие девочек Барнаула /Павлова И.П., Филатова О.В. // Биологические науки. – 2013. – № 3. – С. 38-41.
10. Руденко Н.Н. Возможности автоматизированного комплекса диспансерного обследования в оценке состояния здоровья детей / Н.Н. Руденко, И.Ю. Мельникова // Вестник С.-Петербургской мед. академии последипломного образования. – 2011. – Т. 3, № 3. – С. 46-51.
11. Токарев, А.Н. Взаимосвязь морфофункциональных показателей и полового развития детей / А.Н. Токарев, Н.В. Чагаева, С.Б. Петров, И.В. Лежнина, С.Ю. Докучаева // Вятский медицинский вестник. – 2014. – № 2. – С. 28-32.

12. Учакина, Р.В. Физическое и половое развитие девочек, проживающих в различных экологических зонах Приамурья и Якутии / Р.В. Учакина, В.В. Филиппова, М.И. Соловьева, В.К. Козлов // Бюллетень. – 2004. – №19. – С. 42-46.
13. Цейтлин А.Г. Физическое развитие детей и подростков. – М.: госиздат мед. литературы, 1963. – 204 с.
14. Цейтлин А.Г. Физическое развитие и состояние здоровья детей в годы Великой Отечественной войны / А.Г. Цейтлин, Н.П. Василевский, Д.И. Арон, Б.Ф. Кронзон, Э.Н. Бабушкина // Педиатрия. – 1946. – № 1. – С. 42-47.
15. Шилова О.Ю. Клинико-морфологические параллели физического и полового развития девушек-подростков в современных условиях // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2009. – № 4. – С. 646-647.
16. Шилова О.Ю. Особенности физического и полового развития девушек-подростков в современных условиях / О.Ю. Шилова // Сибирский вестник специального образования. – 2011. – Выпуск 2.
17. Штефко В.Г. Общие данные относительно периода половой зрелости/ В.Г. Штефко // Основы возрастной морфологии. – М., 1933. – С. 142-178.
18. Штефко В.Г., Островский А.Д. Схема клинической диагностики конституциональных типов. – М.-Л.: Биомедгиз, 1929. – 79 с.
19. Cole T. J. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey / T.J. Cole, M.C. Bellizzi, K.M. Flegal, W.H. Dietz // B. M. J. – 2000. – Vol. 320. – P. 1240-1243.
20. Danubio M.E. Secular changes in human biological variables in Western Countries: an updated review and synthesis / M. E. Danubio, E. Sanna // Journal of Anthropological Sciences. – 2008. – Vol. 86. – P. 91-112.
21. Gawel A. Health Dimension of School Education /Anna Gawel //European Journal of Physical & Health Education. – 2010. – Vol. 4. – P. 103-110.
22. Korobeynikov G., Korobeynikova L. Physical development and psychical function states in junior schoolchildren // Bratisl Lek Listy. – 2003. – V. 104 (3). – P. 125-129.
23. Larnkjaer A. Secular change in adult stature has come to a halt in northern Europe and Italy / A. Larnkjaer, S. A. Schroder, I. M. Schmidt, et al. // Acta Paed. – 2006. – Vol. 95. – P. 754-755.
24. Laufer Recherches sur la puberte normale // La medicinescolaire. – 1936. – V. 25, N. 10. – P. 251-264.
25. Rasmussen V. B. Policies and strategies for adolescent health and developments – a who approach // 13- congress eusuhm /Dubrovnik, Croatia, 2005. – P. 3.
26. Škarica Krnić J Anthropometric values of children from Šibenik and Knin /Škarica Krnić J., Šunjerga N. // 13th congress eusuhm /Dubrovnik, Croatia, 2005. – P. 207.

27. Vojtova V., Pavlovska M. Enforcin competencies in children with the risk of behavioral disorder in conditions of children's home and practical primary boarding school // *School and Health* 21. – 2009. – P. 299-311.

28. Zdzieblo K. Changes in physical development and health of children and adolescents / K. Zdzieblo, G. Novak-Starz, J. Krawczynska // *Материалы международной конференции «Физиология развития человека», Москва, 22-24 июня 2009 г.* – М.: Вердана, 2009. – С. 124-125.

ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ И ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК С УЧЕТОМ ВОЗРАСТА И ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

И.А. Криволапчук¹, С.А. Баранцев, А.А. Герасимова
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва

Анализ зависимости «мощность–время» свидетельствует о том, что у детей 11-12 и 13-14 лет сдвиги физиологической интенсивности мышечной деятельности в пределах оптимального ее диапазона вызывают многократное изменение предельного времени удержания нагрузки. Это указывает на выраженную вариативность приспособительных возможностей детей в данный возрастной период. Последнее обстоятельство часто не учитывается в процессе физического воспитания школьников при планировании продолжительности нагрузки заданной интенсивности.

Результаты исследования имеют большое практическое значение, так как демонстрируют весьма существенные различия в объеме выполняемой нагрузки одинаковой физиологической интенсивности у детей одного возраста с различной работоспособностью и показывают, что колебания допустимого времени работы могут изменяться на порядок и более в зависимости от уровня физического состояния.

Ключевые слова: *зависимость «мощность–время», пульсовой режим работы, нагрузка «до отказа», оптимальная продолжительность циклических упражнений, школьники.*

Possible and optimal length of cyclic workload depending on the age and physical conditions of schoolchildren. *The analysis of the relationship "power-time" indicates that in 11-12 and 13-14-year-old children changes of physiological intensity of muscle activity within its optimal range cause multiple changes in the work time. This indicates a distinct variability of adaptive capabilities in children at this age period. This fact is often overlooked in the process of physical education of schoolchildren while planning the duration of exercises of certain intensity. The research results are of great practical importance, as they demonstrate that children of the same age with dif-*

Контакты: ¹ Криволапчук И.А. – E-mail: <i.krivolapchuk@mail.ru>

ferent working abilities show significant differences in the amount of workload of the same physiological intensity. It is shown that time may vary significantly, depending more on the level of physical condition.

Keywords: *"power-time" dependence, pulse mode of work, work "till the very end", optimal duration of cyclic exercises, schoolchildren.*

Оптимизация функционального состояния (ФС) школьников в процессе физического воспитания происходит при использовании нагрузок, сбалансированных по метаболической направленности, интенсивности и продолжительности с учетом индивидуальных приспособительных возможностей организма [6; 16; 13; 28; 23; 15]. Изменяя эти компоненты нагрузки и их сочетания, можно увеличить или уменьшить силу воздействия, и, соответственно, трансформировать характер адаптационных реакций организма. В процессе применения циклических нагрузок аэробного характера, как известно, особое значение имеет рациональное сочетание интенсивности и объема нагрузки. Однако среди специалистов в области оздоровительной культуры нет единого мнения относительно предельной и оптимальной продолжительности нагрузок различной интенсивности у школьников разного возраста и уровня двигательной подготовленности. Во многом это связано с тем, что при одних и тех же внешних параметрах интенсивности физиологические сдвиги в организме у разных детей могут существенно отличаться. Поэтому в оздоровительной физической культуре первостепенное значение придается физиологическим показателям интенсивности, отражающим «цену адаптации» к мышечной деятельности.

В практике физического воспитания физиологическая интенсивность циклической нагрузки преимущественно аэробного характера наиболее часто оценивается по величине частоты сердечных сокращений (ЧСС). Данная физиологическая переменная тесно связана с работой, выполняемой сердцем, она является добротным показателем потребления кислорода миокардом и интенсивности коронарного кровотока. Приросты ЧСС надежно отражают общее увеличение физической тяжести и психической напряженности мышечной деятельности, и в обычных, и в измененных условиях внешней среды [1; 3; 14; 21; 22; 25; 28; 26, и др.]. Пульсовой режим является критерием соответствия интенсивности используемых физических нагрузок приспособительным возможностям детей, а индивидуальная хронотропная реакция сердца на нагрузку отражает уровень адаптации к ней системы кровообращения и в целом организма.

В этой связи целью исследования явилось определение предельной и допустимой продолжительности нагрузки при заданном пульсовом режиме работы у детей с различной комплексной оценкой физической работоспособности.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие дети 11-14 лет (11-12 лет – n=108, 13-14 лет – n=94), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Испытуемые занимались физической культурой по общепринятой программе и не посещали спортивные секции. Исследование проходило в соответствии требованиями Хельсинской декларации.

В процессе работы определяли мощность нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC_{170}) и предельное время работы (t_1, t_2) при работе «до отказа» мощностью 2 и 4 Вт/кг. Тестирование проводили в хорошо проветриваемом помещении при температуре воздуха 18-24° С, в первой половине дня, спустя несколько часов после приема пищи.

Исследование включало 2 этапа. На первом этапе с помощью пробы PWC в модификации В.Л. Карпмана [7] находили линии регрессии, отражающие индивидуальные варианты зависимости «мощность-пульс». Для определения PWC_{170} использовали нагрузку ступенчато повышающейся мощности, выполняемую с интервалами отдыха. Ступени нагрузки составляли 1,0, 2,0, 2,5 или 3,0 Вт/кг массы тела. Время работы на каждой ступени составляло 5 мин, а интервал отдыха между ступенями – 3 мин. Находилась интенсивность работы соответствующая ЧСС – 135, 140, 145 ... 180 уд/мин. С этой целью для каждого отдельного испытуемого рассчитывалось уравнение линейной регрессии типа $y=a+bx$, отражающее индивидуальную зависимость изменений ЧСС от мощности нагрузки в виде прямой линии регрессии [12].

На втором этапе исследования изучалась зависимость «мощность-время». Анализировались данные выполнения испытуемыми теста на удержание мощности нагрузки 2 и 4 Вт/кг. Интервал времени между выполнением нагрузок составил 4-5 дней. Определялось предельное время работы «до отказа» с учетом разработанной нами комплексной оценки работоспособности [2]. Отказ от выполнения работы фиксировали при снижении ее интенсивности более чем 10 %. В процессе нагрузочного тестирования не зафиксировано ни одного случая появления выраженных клинических признаков, указывающих на необходимость прекращения работы.

Наличие линейной зависимости между мощностью нагрузки и её продолжительностью в логарифмической системе координат [9; 18; 24; 29] позволяет с помощью двух экспериментальных точек построить график, отражающий эту зависимость и на основании уравнения Muller ($t=K/W^a$) найти предельную продолжительность работы по величине её мощности при ЧСС в устойчивом состоянии от 130 до 180 уд/мин [9].

Полученный фактический материал обработан общепринятыми методами статистического анализа. Определяли статистические характеристики ряда из-

мерений и проводили проверку статистических гипотез, использовали также регрессионный анализ. Достоверность различий оценивали посредством параметрических и непараметрических критериев для корреляционно связанных и независимых выборочных совокупностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования у школьников 11-14 лет с различной комплексной оценкой физической работоспособности изучали зависимость предельного времени выполнения упражнения от его интенсивности и определяли максимальную продолжительность нагрузки при заданной величине пульса. Для каждого испытуемого находили мощность работы (Вт/кг), соответствующую ЧСС – 135-180 уд/мин., а затем определяли максимальное время удержания нагрузки при заданной величине ЧСС.

Возможность реализации данного подхода базируется на том основании, что между изменением пульса и интенсивностью глобальной физической работы в широком диапазоне мощности существует линейная зависимость [7, 4, 21, 26]. Линейный характер связи ЧСС и мощности нагрузки сохраняется до тех пор, пока интенсивность не приближается к критической мощности, после чего она приобретает форму нелинейной. У детей и подростков линейная зависимость сохраняется вплоть до ЧСС 190-200 уд/мин [9; 19]. Вследствие этого, нормировать нагрузку на основе использования частоты пульса можно только при выполнении упражнений аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера. Важно отметить, что зависимость времени удержания работы от ее интенсивности в логарифмической системе координат также приближается к прямой линии [9; 18; 24] и четко проявляется в диапазоне продолжительности от 1 до 240 мин [29].

Полученные данные о предельной и допустимой продолжительности физической нагрузки при заданном пульсовом режиме работы с учетом комплексной оценки работоспособности школьников, представлены в табл. 1-2.

Таблица 1

Предельная и оптимальная продолжительность физической нагрузки при заданной ЧСС в устойчивом состоянии у детей 11-12 лет с разной физической работоспособностью (ФР)

Оценка ФР	ЧСС		W	Время, мин	
	уд/мин	% макс	Вт/кг	100%	50-75 %
Высокая	135	65	1,51±0,09	559,8±128,0	279-420
	140	68	1,64±0,10	374,9±77,4	188-281
	145	70	1,78±0,11	251,7±49,3	126-189

	150	72	1,92±0,12	173,2±32,8	87-130
	155	75	2,07±0,12	124,4±22,6	62-93
	160	77	2,20±0,13	77,2±16,0	39-58
	165	80	2,34±0,14	56,3±11,6	28-42
	170	82	2,48±0,15	40,4±8,6	20-30
	175	85	2,62±0,16	29,2±6,5	15-22
	180	87	2,76±0,17	19,9±5,0	10-15
Выше средней	135	65	1,44±0,08	363,5±66,7	181-273
	140	68	1,57±0,08	228,9±41,0	114-172
	145	70	1,69±0,09	150,4±26,6	75-113
	150	72	1,82±0,09	102,4±18,1	51-77
	155	75	1,94±0,10	71,8±12,7	36-54
	160	77	2,08±0,10	51,6±9,2	26-39
	165	80	2,20±0,11	37,9±6,8	19-28
	170	82	2,33±0,11	28,4±5,1	14-21
	175	85	2,46±0,11	21,6±3,9	11-16
	180	87	2,59±0,12	16,7±3,1	8-13
Средняя	135	65	1,43±0,08	225,9±50,1	113-169
	140	68	1,56±0,09	152,4±32,7	76-114
	145	70	1,69±0,09	106,1±22,1	53-80
	150	72	1,81±0,10	75,9±15,7	38-57
	155	75	1,94±0,11	55,7±10,9	28-42
	160	77	2,08±0,11	41,7±8,0	21-31
	165	80	2,20±0,12	31,7±6,0	16-24
	170	82	2,33±0,13	24,7±4,7	12-19
	175	85	2,45±0,14	19,0±3,5	10-14
	180	87	2,58±0,14	14,8±2,8	7-11
Ниже средней	135	65	1,34±0,09	153,7±47,4	77-115
	140	68	1,46±0,09	111,6±29,5	56-84
	145	70	1,59±0,10	83,8±19,1	42-63
	150	72	1,72±0,11	60,2±12,8	30-45
	155	75	1,84±0,12	45,2±8,8	23-34
	160	77	1,96±0,12	33,0±6,2	17-25
	165	80	2,09±0,13	24,5±4,5	12-18
	170	82	2,22±0,14	18,6±3,31	9-14
	175	85	2,34±0,14	14,3±2,45	7-11
	180	87	2,47±0,15	11,2±1,85	6-8
Низкая	135	65	1,24±0,06	77,1±19,93	39-58
	140	68	1,35±0,06	52,5±12,2	26-39
	145	70	1,47±0,06	37,2±7,8	19-28
	150	72	1,59±0,06	27,2±5,2	14-20
	155	75	1,70±0,07	20,4±3,5	10-15
	160	77	1,81±0,07	15,7±2,5	8-12

	165	80	1,93±0,07	12,3±1,8	6-9
	170	82	2,05±0,08	9,8±1,3	5-7
	175	85	2,16±0,08	8,0±1,0	4-6
	180	87	2,27±0,08	6,5±0,8	3-5

Таблица 2

Предельная и оптимальная продолжительность физической нагрузки при заданной ЧСС в устойчивом состоянии у детей 13-14 лет с разной физической работоспособностью (ФР)

Оценка ФР	ЧСС		W	Время, мин	
	уд/мин	% макс	Вт/кг	100 %	50-75 %
Высокая	135	65	1,74±0,09	740,6±135,7	370-555
	140	68	1,89±0,10	517,0±83,8	259-388
	145	70	2,04±0,11	354,0±54,8	177-266
	150	72	2,19±0,12	246,8±37,5	123-185
	155	75	2,35±0,12	180,1±26,5	90-135
	160	77	2,50±0,13	106,1±19,2	53-80
	165	80	2,65±0,14	77,6±14,3	39-58
	170	82	2,80±0,15	54,9±10,8	28-41
	175	85	2,96±0,16	38,9±8,3	20-29
	180	87	3,11±0,17	24,9±6,4	13-19
Выше средней	135	65	1,58±0,09	636,3±115,9	318-477
	140	68	1,72±0,10	395,0±70,0	198-296
	145	70	1,85±0,10	256,0±44,8	128-192
	150	72	1,99±0,11	171,8±30,0	86-129
	155	75	2,12±0,11	118,7±20,7	59-89
	160	77	2,26±0,12	84,2±14,8	42-63
	165	80	2,39±0,12	61,0±11,0	31-46
	170	82	2,53±0,12	45,0±8,1	23-34
	175	85	2,67±0,13	33,8±6,1	17-26
	180	87	2,80±0,13	25,8±4,7	13-19
Средняя	135	65	1,54±0,09	399,4±91,5	200-300
	140	68	1,67±0,10	267,4±59,8	134-201
	145	70	1,80±0,10	184,6±40,4	92-139
	150	72	1,92±0,11	131,0±28,1	66-98
	155	75	2,05±0,12	95,0±20,0	48-71
	160	77	2,18±0,12	70,4±14,6	35-53
	165	80	2,30±0,13	53,1±10,9	27-40
	170	82	2,43±0,14	40,7±8,2	20-31
	175	85	2,55±0,15	31,6±6,3	16-24
	180	87	2,68±0,15	24,3±4,9	12-18

Ниже средней	135	65	1,50±0,12	273,5±86,9	137-205
	140	68	1,64±0,13	199,0±54,0	100-149
	145	70	1,78±0,14	149,8±35,0	75-112
	150	72	1,92±0,15	106,8±23,4	53-80
	155	75	2,06±0,16	80,0±16,1	40-60
	160	77	2,20±0,17	57,6±11,4	29-43
	165	80	2,34±0,18	42,4±8,2	21-32
	170	82	2,48±0,19	31,8±5,0	16-24
	175	85	2,62±0,20	24,2±4,4	12-18
	180	87	2,76±0,21	18,6±3,3	9-14
Низкая	135	65	1,33±0,06	133,7±29,8	67-100
	140	68	1,44±0,06	90,9±18,2	46-68
	145	70	1,55±0,06	64,1±11,6	32-48
	150	72	1,66±0,06	46,6±7,7	23-35
	155	75	1,77±0,06	34,8±5,2	17-26
	160	77	1,88±0,06	26,6±3,7	13-20
	165	80	2,00±0,07	20,6±2,6	10-16
	170	82	2,11±0,07	16,3±1,9	8-12
	175	85	2,22±0,07	13,1±1,4	7-10
	180	87	2,33±0,07	10,6±1,1	5-8

Поскольку известно, что период эффективной координации физиологических функций при нагрузках интенсивностью 40–85 % МПК (или максимального пульсового резерва) независимо от уровня физической работоспособности находится в границах 50-75 % предельного времени работы [17], за оптимальную длительность тренировочной нагрузки, принималась ее продолжительность, соответствующая указанному диапазону (см. табл. 1-2).

Результаты исследования свидетельствуют о том, что у детей 11-12 лет с увеличением ЧСС со 135 до 180 уд/мин, мощность нагрузки, выраженная в Вт/кг, увеличивается в среднем на 80-85 %, тогда как ее предельная продолжительность у школьников с высокой оценкой работоспособности уменьшается примерно в 28 раз, выше средней – 21 раз, средней – 16, ниже средней – 14 и низкой комплексной оценкой работоспособности – в 12 раз.

Весьма сходные различия, обусловленные уровнем работоспособности, наблюдались и в возрасте 13-14 лет. Установлено, что с увеличением ЧСС со 135 до 180 уд/мин, интенсивность физической работы возрастает на 75-80 %, а ее предельная продолжительность у школьников с высокой работоспособностью уменьшается примерно в 30 раз, выше средней – 25, средней – 17, ниже средней – 14 и низкой комплексной оценкой работоспособности – в 13 раз.

Эти сведения указывают на то, что даже в рамках оптимального диапазона интенсивности занятий, колебания допустимого времени работы могут много-

кратно изменяться. В ряде работ содержатся сходные результаты, подтверждающие наличие столь существенных изменений времени удержания нагрузки «до отказа» вследствие «незначительной» трансформации интенсивности [9; 12]. Показано, что у школьников 7-17 лет при нагрузках мощностью 3 Вт/кг средние величины показателей, характеризующих предельную продолжительность работы и биологическую надежность организма, в 6-15 раз отличаются от значений, полученных при работе мощностью 5 Вт/кг [5; 8] и в 18-27 раз при нагрузке 7 Вт/кг [11]. Все это согласуется с результатами исследования дошкольников, свидетельствующими о том, что у детей 5-6 лет с увеличением ЧСС со 135 до 180 уд/мин мощность нагрузки увеличивается в среднем на 100-150 %, тогда как ее предельная продолжительность уменьшается примерно в 8-9 раз [12].

В ходе дальнейшего анализа результатов исследования было установлено, что чем выше комплексная оценка работоспособности испытуемых, тем больше отличается время удержания нагрузок в рассматриваемом нами диапазоне интенсивности (ЧСС 135–180 уд/мин). Важно подчеркнуть, что с увеличением уровня работоспособности испытуемых диапазон максимальной продолжительности работы существенно расширяется ($p < 0,05$ – $0,001$) в рамках указанных границ интенсивности.

Сравнение максимальной длительности работы с учетом величины комплексной оценки физической работоспособности, показало, что различия между школьниками с высоким и низким уровнем подготовленности достигают весьма существенных ($p < 0,001$) величин, причем с уменьшением мощности работы они значительно увеличиваются. Так, при ЧСС 135 уд/мин, дети 11-12 лет, отличающиеся высоким уровнем приспособительных возможностей организма, превосходят испытуемых с низкой оценкой физического состояния в 7,3 раза, а при пульсе 180 уд/мин только в 3,1 раза.

Школьники 13-14 лет с высоким уровнем работоспособности превосходят испытуемых с низким уровнем физической подготовленности по длительности выполнения работы «до отказа» при пульсе 135 уд/мин в 5,5 раза, а при ЧСС 180 уд/мин – в 2,4 раза. Полученные результаты указывают на то, что с повышением степени «аэробности» нагрузки межгрупповые различия, связанные с уровнем мышечной работоспособности, существенно нарастают. Наряду с этим материалы исследования свидетельствуют о том, что у школьников 13-14 лет по сравнению с детьми 11-12 лет менее выражены различия, обусловленные физической подготовленностью. Последнее, вероятно, связано с особенностями морфофункционального созревания в подростковом периоде различных органов и систем, обеспечивающих реализацию двигательной функции на начальных стадиях полового созревания.

Полученные результаты имеют большое значение, так как убедительно демонстрируют колоссальные различия в объеме выполняемой нагрузки, заданной

физиологической интенсивности, у лиц с различной работоспособностью. Сходные сведения, подтверждающие такие выраженные различия, получены в ряде других работ. Так, время удержания нагрузки на уровне критической мощности у тренированных людей в 3-5 раз выше по сравнению с лицами, имеющими обычную физическую подготовленность [3]. Показано, что школьники с высокой физической работоспособностью опережают испытуемых с низким уровнем физического состояния по объему выполненной работы в 4-6 раз [20]. В отдельных случаях различия в отношении переменных, характеризующих аэробную емкость, могут достигать 20 раз [10]. В отношении детей дошкольного возраста установлено, что чем выше уровень их физической работоспособности, тем больше отличается время удержания нагрузок при ЧСС 135 и 180 уд/мин., отражая различия в ширине функционального диапазона. Сравнение максимальной длительности работы с учетом величины комплексной оценки физической работоспособности детей 5-6 лет показало, что различия между дошкольниками с высоким и низким уровнем работоспособности достигают существенных величин, причем с уменьшением мощности работы они значительно увеличиваются. Так, при ЧСС 135 уд/мин, дети, отличающиеся высоким уровнем физической работоспособности, превосходят испытуемых с низкой оценкой физического состояния в 4,4 раза, а при пульсе 180 уд/мин – в 3,4 раза [12; 27].

Таким образом, изучение особенностей адаптации школьников 12-14 лет к мышечной деятельности различной интенсивности, выполняемой «до отказа», позволило установить, что при определении допустимых величин физических нагрузок необходимо принимать во внимание не только уровень физической работоспособности, но и пульсовой режим нагрузки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ зависимости «мощность–время» свидетельствует о том, что у детей 11-12 и 13-14 лет сдвиги физиологической интенсивности мышечной деятельности в пределах оптимального ее диапазона вызывают многократное изменение предельного времени удержания нагрузки. Это указывает на выраженную вариативность приспособительных возможностей детей в данный возрастной период. Последнее обстоятельство часто не учитывается в процессе физического воспитания школьников при планировании продолжительности нагрузки заданной интенсивности.

Результаты исследования имеют большое практическое значение, так как демонстрируют весьма существенные различия в объеме выполняемой нагрузки одинаковой физиологической интенсивности у детей одного возраста с различной работоспособностью и показывают, что колебания допустимого времени работы

могут изменяться на порядок и более в зависимости от уровня физического состояния.

Особенно важно отметить, что с повышением степени «аэробности» физической работы различия между детьми с высокой и низкой работоспособностью по показателю предельной продолжительности удержания нагрузки нарастают. Поразительно большая неоднородность исследуемых выборок детей в отношении времени выполнения «до отказа» нагрузки при заданном диапазоне ЧСС, вызывает необходимость обязательной оценки в процессе занятий физическими упражнениями и пульсового режима работы и уровня физического состояния занимающихся. *Работа поддержана грантом РГНФ (проект №14-06-00211а).*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
2. Баранцев С.А. Алгоритм определения комплексной оценки физической работоспособности и подготовленности школьников 11-14 лет / С.А. Баранцев, И.А. Криволапчук, А.А. Герасимова, И.И. Криволапчук // Новые исследования. – 2014. – № 2. – С. 68-76.
3. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, А.А. Осипенко, Э.Н. Несен, С.Н. Корсун. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
4. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.
5. Зайцева В.В. Оценка информативности эргометрических показателей работоспособности / В.В. Зайцева, В.Д. Сонькин, М.В. Бурчик, И.А. Корниенко // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 6. – С. 58-63.
6. Иващенко Л.Я., Круцевич Т.Ю. Методика физкультурно-оздоровительных занятий. – К.: УГУФВС, 1994. – 126 с.
7. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208.
8. Корниенко И.А., Сонькин В.Д. «Биологическая надежность», онтогенез и возрастная динамика мышечной работоспособности // Физиология человека. – 1999. – Т. 25, № 1. – С. 98-108.
9. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение II. «Зоны мощности и их возрастные изменения» // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 3. – С. 46-54.
10. Корниенко И.А., Тамбовцева Р.В., Панасюк Т.В., Сонькин В.Д. Индивидуальные особенности соматотипа и энергетика скелетных мышц у девочек в возрасте 7-11 лет // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 2. – С. 87-92.

11. Король В.М. Физиологическая оценка комплексной системы развития двигательных качеств у подростков и юношей // Нормирование нагрузок в физическом воспитании школьников. – М.: Педагогика, 1989. – С. 145-159.
12. Криволапчук И.А. Энергообеспечение мышечной деятельности детей 5-6 лет и комплексная оценка физической работоспособности // Физиология человека. – 2009. – Т. 35. №1. – С. 76-87.
13. Круцевич Т.Ю., Петровский В.В. Управление процессом физического воспитания // Теория и методика физического воспитания / Под ред. Т.Ю. Круцевич. – К.: Олимпийская литература, 2003. – Т.1. – С. 348-412.
14. Купер К. Аэробика для хорошего самочувствия. – М.: Физкультура и спорт, 1989.
15. Кучма В.Р., Соколова С.Б. Поведение детей, опасное для здоровья: современные тренды и формирование здорового образа жизни: Монография: – М.: ФБГНУ НИЦЗД, 2014. – 160 с.
16. Лях В.И. Двигательные способности школьников: основы теории и методики развития. – М.: Терра-спорт, 2000. – 192 с.
17. Пирогова Е.А. Влияние физических упражнений на здоровье и работоспособность человека / Е.А. Пирогова, Л.Я. Иващенко, Н.П. Страпко. – Киев: Здоровье, 1986. – 152 с.
18. Смирнов М.Р. Закономерности биоэнергетического обеспечения циклической нагрузки. – Новосибирск: НГПУ, 1994. – 220 с.
19. Соськин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом «Либроком», 2011. – 368 с.
20. Сухарев А.Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков. – М.: Медицина, 1991. – 272 с.
21. Уилмор Дж.Х., Костилл Д.Л. Выбор физических упражнений для укрепления здоровья и повышение уровня физической подготовленности // Физиология спорта и двигательной активности. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – С. 470-484.
22. Davis J.A., Convertino V.A. A comparison of heart rate methods for predicting endurance training intensity // Med. Sci. Sports Exerc. – 1975. – Vol. 7, № 4. – P. 295-298.
23. Global Recommendations on Physical activity for Health. – Geneva, World Health Organization, 2010. – 60 p.
24. Grosse-Lordermann H., Müller E. A. Der Einfluss der Leistung und der Arbeitsgeschwindigkeit auf das Arbeitsmaximum und den Wirkungsgrad beim Radfahren. Arbeitsphysiologie, 1937, 9(6), pp. 454-475.
25. Karvonen M.J., Viorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sport activities: Practical application // Sports Medicine. – 1988. – № 5. – P. 303-312.

26. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. Physiology of Sport and Exercise. – Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2011. – 640 p.
27. Krivolapchuk I. A. Peculiarities of preschool aged boys' and girls' physical state // *Medicina dello Sport*. – 2014. – 67(2). – P. 241-250.
28. Physical Activity Guidelines for Americans. – Washington, 2008. – 65 p.
29. Tornvall G. Assessment of physical capabilities // *Acta Physiol. Scand.* – 1963. – V.58, Suppi. 201. – P. 5-102.

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

И.А. Криволапчук*¹, М.Б. Чернова*, А.А. Герасимова*,
В.В. Мышьяков**, В.В. Просьянкин***

*ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва

**Учреждение образования «Гродненский государственный
университет имени Янки Купалы», Гродно

*** Актюбинский региональный государственный университет имени
К. Жубанова, Актобе

Проведенное полевое исследование позволило констатировать, что организация физического воспитания является важнейшим экзогенным фактором, оказывающим влияние на физическую работоспособность и двигательную подготовленность школьников стран Евразийского экономического союза. Дети, имеющие высокий уровень двигательной активности в школе, независимо от региона проживания превосходили учащихся с низкой двигательной активностью по ряду показателей физического состояния. С другой стороны, сравнительный анализ показателей физической работоспособности популяций городских школьников, имеющих сходный двигательный режим, показал, что они в подавляющем большинстве случаев статистически значимо не отличаются друг от друга. Схожесть физического состояния детей из разных климато-географических регионов, имеющих сопоставимый режим повседневной физической активности, указывает на возможность разработки современных релевантных шкал оценки физической работоспособности школьников, пригодных для использования на всей территории Евразийского экономического союза.

Ключевые слова: Физическое воспитание школьников, физическая работоспособность, двигательные способности, онтогенетический аспект, полевые условия, сравнительные исследования.

Field studies of physical capacity and motor readiness in schoolchildren of the Eurasian Economic Union. The field research allowed to state that the organization of physical education is an important exogenous factor influencing the physical performance and motor readiness of students of the Eurasian Economic Union. Children with

Контакты: ¹ Криволапчук И.А. –E-mail: <i.krivolapchuk@mail.ru>

high levels of motor activity at school, regardless the region of residence, surpassed students with low physical activity on a number of indicators of physical condition. On the other hand, the comparative analysis of the physical health in urban populations of students with similar motor conditions showed that they, in most cases, do not differ significantly from each other. Similar physical conditions of children from different climatic and geographical regions with a comparable regime of daily physical activity make it possible to develop modern relevant assessment scales of physical performance, suitable for schoolchildren throughout the territory of the Eurasian Economic Union.

Keywords: *schoolchildren physical education, physical capacity, motor abilities, ontogenesis, field conditions, comparative study.*

Создание Евразийского экономического союза (ЕАЭС) в перспективе предполагает сближение подходов к организации физического воспитания учащейся молодежи. Особый интерес в этом отношении представляют сопоставительные исследования физической работоспособности и двигательной подготовленности школьников в странах, интегрированных в единое экономическое пространство. Расширение научных представлений в данной области имеет большое значение для совершенствования методологических основ оздоровительной физической культуры, спортивной и кондиционной тренировки подрастающего поколения. Сегодня, несмотря на богатый опыт изучения рассматриваемой проблемы в онтогенетическом аспекте [4; 5; 8; 10; 18], существует дефицит эмпирических данных, полученных в ходе сравнительных исследований возрастных преобразований физической работоспособности и двигательной подготовленности школьников стран Евразийского экономического союза. Полевые исследования этих вопросов до настоящего времени вообще не проводились. Вместе с тем мышечная деятельность в условиях лаборатории значительно отличается от осуществляемой в полевых условиях, поэтому оценка работоспособности в лаборатории, не всегда достоверно отражает результаты, наблюдаемые в естественных условиях [1; 3; 14; 15; 17]. В контексте изложенного очевидно, что новые знания, полученные при проведении сравнительных полевых исследований проблемы развития физической работоспособности и двигательной подготовленности учащихся в онтогенезе, могут стать надежным теоретическим фундаментом для организации современной унифицированной системы физического воспитания школьников в странах Евразийского экономического союза.

Цель исследования – в ходе полевых исследований выявить особенности физической работоспособности и двигательной подготовленности школьников 7-12 лет, проживающих в разных регионах ЕАЭС.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие практически здоровые дети 7-12 лет ($n=820$), систематически посещающие уроки физической культуры, но не занимающиеся спортом. Испытуемые обучались в 12 школах Москвы (А1, А2, Б1, Б2), Гродно (В1, В2, Г1, Г2) и Актобе (Д1, Д2, Е1, Е2), отличающихся по режиму физического воспитания. Во всех школах занятия по физическому воспитанию проводили квалифицированные специалисты, стаж работы которых превышал 10 лет.

При проведении констатирующего полевого педагогического эксперимента в качестве экспериментальных факторов рассматривались особенности организации учебного процесса по физическому воспитанию в общеобразовательных школах, а также уровень физической активности детей. Он проводился для установления различий в уровне физической работоспособности и двигательной подготовленности школьников, проживающих странах Евразийского экономического союза, а также для изучения связи между физическим состоянием школьников разного возраста, с одной стороны, уровнем их физической активности и особенностями организации учебного процесса по физическому воспитанию, с другой.

В исследовании применялся многоступенчатый, комбинированный способ формирования стратифицированной выборки. На первой ступени проводился отбор образовательных учреждений, на второй – отбор учебных классов. Единицы первой ступени отбора – школы города. Вторую ступень отбора реализовали следующим образом. В каждой школе, включенной в выборку методом случайного отбора, выбиралось по несколько классов (единиц второй ступени отбора). При исследовании школьников в зависимости от особенностей организации физического воспитания в России, Беларуси и Казахстане проведена стратификация школ в 3 группы. При исследовании школьников в пределах одного города в зависимости от уровня двигательной активности проведена стратификация школ в 2 группы, в одну ступень вошли школы с повышенным режимом двигательной активности, а в другую – с обычным. В итоге для проведения исследования были выбраны 12 школ.

В школах А, В, Д школьники имели высокий и, в целом сопоставимый, уровень двигательной активности. Режим дня предусматривал увеличение двигательного компонента до 35-50 % недельного бюджета времени, отведенного на учебную и внеклассную деятельность. Повышенная двигательная активность обеспечивалась обязательным проведением всех форм занятий по физическому воспитанию. Количество уроков физической культуры составляло от 5 до 6 в неделю. Недельный двигательный режим отвечал рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и требованиям Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса ГТО для соответствующей ступени (10-13 часов в неделю).

В школах Б, Г, Е дети имели низкий уровень двигательной активности. Продолжительность организованных форм занятий физическими упражнениями определялась главным образом посещением 3 уроков физической культуры. Динамический компонент в режиме дня не превышал 10-15 % бюджета времени, отведенного на учебную и внеклассную деятельность. Недельный двигательный режим не отвечал рекомендациям ВОЗ и требованиям комплекса ГТО для соответствующей ступени.

В ходе констатирующего педагогического эксперимента непосредственно на местах проведения занятий по физическому воспитанию изучалась физическая работоспособность, двигательная подготовленность, а также режим физической активности детей. Для исследования развития физической работоспособности и двигательной подготовленности школьников, применяли обоснованный нами ранее гетерогенный комплекс тестов, пригодный для оценки рабочих возможностей детей во всем диапазоне доступных нагрузок в «полевых» условиях [6]. Данный комплекс включал: общую оценку физической подготовленности (ОФП), величину мощности нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC_{170}), время выполнения «до отказа» нагрузок большой (t_1) и субмаксимальной (t_2) мощности, показатель максимальной силы (МС).

Общая ОФП учащихся определялась посредством подсчета баллов, полученных за выполнение 7 контрольных упражнений: прыжок в длину с места; бег 20 метров с хода; подтягивание из виса на высокой перекладине (мальчики) и подтягивание из виса лежа на низкой перекладине (девочки); челночный бег 4×9 м; шестиминутный бег; поднятие туловища из положения «лежа на спине» за 1 минуту; наклон вперед. Алгоритм расчета ОФП включал распределение испытуемых по уровню каждого показателя на 3 функциональных класса: низкий ($<M-0,67$), средний ($M\pm 0,67$) и высокий ($>M+0,67$). Низкому уровню показателя соответствовала оценка в 1 балл, среднему – 2 балла, высокому – 3 балла. Затем баллы суммировались и сопоставлялись с «нормами».

Для расчета величины PWC_{170} дети выполняли ступенчатообразно повышающуюся беговую нагрузку с интервалами отдыха. Длительность работы на каждой ступени составила 5 мин. Данная продолжительность нагрузки выбрана в связи с тем, что вработывание кардиореспираторной системы у школьников заканчивается, как правило, к концу третьей-четвертой минуты работы, после чего наступает стационарное состояние. Интервалы отдыха между ступенями соответствовали 3 мин. В ходе тестирования занимающиеся пробегали 2-3 отрезка со скоростью (V) 1,0; 1,5; 2,0 или 2,5 м/с. Длина круга равнялась 40 м. Рассчитывалось время пробега одного круга с заданной скоростью. Это время служило ориентиром для корректировки интенсивности бега. Первые две беговые нагрузки выполняли все испытуемые. Дети, у которых пульс после второй нагрузки не достигал 150 уд/мин, выполняли также и третью нагрузку со скоростью 2,0–2,5 Вт/кг.

При выполнении работы «до отказа» использовались две степэргометрические нагрузки мощностью 2,0 и 4,0 Вт/кг. Отказ от выполнения работы фиксировали при снижении частоты восхождения на ступеньку более чем 10 %. Результат тестирования каждого испытуемого оценивался по предельному времени удержания работы большой (t_1) и субмаксимальной (t_2) мощности. Испытания с нагрузками проходили в отдельные дни. Интервал между двумя функциональными пробами составлял не менее 2 дней, а при выполнении нагрузок «до отказа» – не менее 7 дней [4; 8]. В процессе нагрузочного тестирования не зафиксировано ни одного случая появления выраженных клинических признаков, указывающих на необходимость прекращения работы.

Определение максимальной силы проводили с помощью динамометра Абалакова по общепринятой методике. Для оценки показателя относительной становой силы находили отношение силы мышц-разгибателей спины к массе тела испытуемого.

Методы математической статистики применялись для количественного анализа экспериментальных данных. Рассчитывались следующие статистические характеристики: среднее арифметическое значение (M), стандартное квадратичное отклонение (σ), достоверность различий определялась на основе параметрических и непараметрических критериев для корреляционно связанных и независимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Материалы исследования, полученные методом поперечных срезов в «полевых условиях», показывают, что возрастные изменения физической работоспособности характеризовались общей тенденцией, проявляющейся в закономерном улучшении рассматриваемых показателей физического состояния во всех исследуемых популяциях детей (табл. 1).

Так, физическое состояние московских школьников 11-12 лет в сравнении с учащимися 9-10 и 7-8 лет характеризуется существенным ($p < 0,05-0,001$) улучшением общей оценки физической подготовленности (ОФП), повышением скорости бега при пульсе 170 уд/мин, времени удержания «до отказа» нагрузок большой (2 Вт/кг) и субмаксимальной (4 Вт/кг) мощности, показателя максимальной силы (МС). Важно отметить, что в этом случае ОФП у детей 11-12 и 9-10 лет была нормирована по отношению к возрасту 7-8 лет. У детей, проживающих в гродненском регионе, с возрастом также отмечается улучшение рассматриваемых показателей (см. рис. 1).

Статистически значимые ($p < 0,05-0,001$) отличия мальчиков 11-12 лет от детей младших возрастных групп наблюдаются в отношении всего комплекса показателей физического состояния: ОФП, PWC_{170} , t_2 , t_1 , МС. Аналогичные возраст-

ные изменения физической работоспособности выявлены и в популяции школьников города Актобе (см. табл. 1).

Полученные данные согласуются с классическим представлением о том, что младший школьный возраст является наиболее благоприятным периодом для развития основных двигательных способностей [2, 7 и др.]. К настоящему времени в разных странах мира опубликовано множество работ по возрастному развитию физической работоспособности и двигательных способностей у детей младшего школьного возраста. Содержащиеся в этих публикациях сведения относятся к различным регионам, областям и городам. Анализ этого обширнейшего материала показал, что в младшем школьном возрасте у детей, проживающих в различных регионах, независимо от социально-экономических, климатических и этнических особенностей наблюдаются высокие и весьма сходные темпы прироста основных показателей двигательной подготовленности и физической работоспособности [2, 19, 17, 8 и др.].

Результаты полевых исследований физической работоспособности и двигательной подготовленности учащихся Москвы, Гродно и Актобе в зависимости от сложившегося в школе двигательного режима, представленные в таблице 1, показывают, что «фактор физической активности» оказывает выраженное воздействие на физическое состояние школьников всех исследуемых нами городских популяций.

Дети из отобранных московских школ с различным двигательным режимом (школы А и Б), статистически существенно ($p < 0,05-0,001$) отличались: в 7-8 лет по величине общей оценки физической подготовленности (ОФП), скорости бега при ЧСС 170 уд/мин; в 9-10 лет – по величине скорости бега при ЧСС 170 уд/мин; в 11-12 лет – по величине ОФП, скорости бега при ЧСС 170 уд/мин, времени выполнения «до отказа» нагрузки 2 Вт/кг. Учащиеся гродненской школы с повышенным двигательным режимом (школа В) значимо превосходили ($p < 0,05-0,001$) детей из школы с «обычным» режимом физической активности (школа Г): в 7-8 лет по величине общей оценки физической подготовленности (ОФП), скорости бега при ЧСС 170 уд/мин, времени выполнения «до отказа» нагрузки 4 Вт/кг; в 9-10 лет – по величине ОФП и скорости бега при ЧСС 170 уд/мин; в 11-12 лет – по величине ОФП, скорости бега при ЧСС 170 уд/мин, времени выполнения «до отказа» нагрузки 2 Вт/кг. Дети школ города Актобе (школы Д и Е) с разной организацией физического воспитания также существенно ($p < 0,05-0,001$) отличались: в 7-8 лет по величине ОФП, скорости бега при ЧСС 170 уд/мин; в 9-10 лет – по скорости бега при ЧСС 170 уд/мин; в 11-12 лет – по величине ОФП.

Таблица 1

Физическая работоспособность и двигательная подготовленность мальчиков 7-12 лет ($M \pm m$)

Показатель	Москва		Гродно		Актобе	
	7-8 лет					
	A1, A2 (n=82)	Б1, Б2 (n=79)	В1, В2 (n=74)	Г1, Г2 (n=63)	Д1, Д2 (n=67)	Е1, Е2 (n=76)
ОФП, баллов	16,2±1,4	12,3±1,4*	16,8±1,6	11,9±1,5*	15,6±1,4	11,4±1,6*
PWC ₁₇₀ , м/с	1,96±0,07	1,67±0,08*	1,99±0,06	1,61±0,07***	1,89±0,07	1,62±0,08*
t ₁ , с	523,8±61,4	436,1±48,8	578,7±42,9	445,5±50,2*	512,9±43,9	430,7±50,4
t ₂ , с	36,1±1,6	34,7±1,9	35,2±1,8	32,5±1,9	35,7±1,9	34,3±1,7
МС, кг/кг	1,24±0,09	1,21±0,08	1,23±0,09	1,21±0,08	1,21±0,07	1,20±0,08
9-10 лет						
	A1, A2 (n=72)	Б1, Б2 (n=68)	В1, В2 (n=71)	Г1, Г2 (n=70)	Д1, Д2 (n=64)	Е1, Е2 (n=57)
ОФП, баллов	16,1±1,3	12,5±1,7	16,8±1,5	12,5±1,4*	15,9±1,6	11,7±1,8
PWC ₁₇₀ , м/с	2,21±0,06	1,90±0,08**	2,38±0,07	1,72±0,07***	2,16±0,07	1,93±0,07* ³⁺
t ₁ , с	729,2±91,0	641,5±78,3	754,2±85,9	638,5±81,1	732,4±79,6	614,5±73,3
t ₂ , с	43,8±2,0	41,7±1,9	42,3±2,1	41,4±1,9	42,6±1,8	40,5±1,8
МС, кг/кг	1,25±0,07	1,22±0,05	1,26±0,05	1,21±0,07	1,24±0,06	1,22±0,04
11-12 лет						
	A1, A2 (n=69)	Б1, Б2 (n=76)	В1, В2 (n=58)	Г1, Г2 (n=66)	Д1, Д2 (n=60)	Е1, Е2 (n=63)
ОФП, баллов	16,5±1,5	11,9±1,6*	16,8±1,5	12,2±1,6*	16,3±1,8	12,6±1,9**
PWC ₁₇₀ , м/с	2,48±0,07	2,15±0,07**	2,56±0,06 ³⁺	2,32±0,06*	2,31±0,08	2,28±0,06
t ₁ , с	899,0±61,4	708,9±72,1*	933,0±81,1	765,7±89,5	865,6±78,4	715,3±82,8
t ₂ , с	47,8±1,7 ¹⁺	41,4±1,9	43,3±1,4	42,6±2,1*	45,1±1,5	40,8±2,0
МС, кг/кг	1,46±0,06	1,43±0,03	1,47±0,03	1,43±0,05	1,44±0,03	1,41±0,07

Примечание ^{1, 2, 3} – статистически значимые различия между московскими и гродненскими, московскими и актюбинскими, гродненскими и актюбинскими школьниками соответственно; +, ++, +++ – $p < 0,05, 0,01, 0,001$ соответственно. *, **, *** – статистически значимые различия между школами с обычным и повышенным двигательным режимом.

Достаточно давно было замечено, что те сообщества или профессиональные группы, представители которых постоянно выполняют тяжелую физическую работу, независимо от климато-географических условий проживания, характеризуются более высокой работоспособностью по сравнению с группами лиц, выполняющими относительно легкую работу либо ведущими малоподвижный образ жизни [9]. Сегодня роль фактора «физической активности в школе» в профилактике неинфекционных заболеваний, улучшении физической работоспособности и двигательной подготовленности детей сомнений не вызывает [13]. Применительно к рассматриваемым показателям физического состояния установлено, что двигательный режим школьников оказывает весьма существенное влияние на многие параметры двигательной подготовленности, мышечной энергетики и физической работоспособности учащихся, проживающих в разных регионах Земного шара [12, 16, 8, 21, 11, 20 и др.].

Сравнительный анализ показателей физического состояния исследуемых городских популяций школьников, имеющих сходный двигательный режим, показал, что они в большинстве случаев статистически значимо не отличаются друг от друга. Это в полной мере касается детей 7-8 лет, как с режимом повышенной (школы А, В, Д) так и низкой (школы Б, Г, Е) двигательной активности. Вместе с тем среди рассматриваемых групп здоровых школьников 9-10 и 11-12 лет отмечаются некоторые различия в уровне физической работоспособности. Так, установлено, что у мальчиков 9-10 лет с обычным двигательным режимом в школе, проживающих в Актобе, скорость бега при ЧСС 170 уд/мин (PWC_{170}) выше, чем у их сверстников из Гродно ($p < 0,05$). В данной возрастной группе школьников статистически значимые различия в отношении других рассматриваемых показателей не выявлены.

У школьников 11-12 лет различия касались скорости бега при ЧСС 170 уд/мин (PWC_{170}) и показателя предельного времени удержания нагрузки мощностью 4 Вт/кг (t_2). В первом случае мальчики с высоким уровнем двигательной активности, проживающие в Гродно, превосходили сверстников из Актобе ($p < 0,05$). Во втором случае школьники из московского региона превосходили школьников из Гродно ($p < 0,05$). В отношении других рассматриваемых показателей в данной возрастной группе школьников значимые различия также не обнаружены.

Важно отметить, что выявленные в исследовании незначительные различия, по-видимому, обусловлены совокупным влиянием эндогенных (связанных с наследственностью) и экзогенных (связанных с внешней средой) факторов на физическое состояние детей рассматриваемых городских популяций. Материалы исследования находятся в соответствии с результатами других работ, показавших, что уровень физической работоспособности и двигательной подготовленности детей определяется тесным взаимодействием этих факторов в ходе онтогенеза [9, 4, 8]. Необходимо подчеркнуть, что ключевым из экзогенных факторов является целенаправленное педагогическое воздействие на развитие двигательных способностей в процессе физического воспитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе использования гетерогенного комплекса тестов, предназначенного для оценки физической работоспособности детей в полевых условиях, установле-

ны различия в отношении ряда показателей физического состояния, обусловленные особенностями организации процесса физического воспитания школьников, проживающих в разных государствах Евразийского экономического союза. Проведенное полевое исследование позволило констатировать, что организация физического воспитания является важнейшим экзогенным фактором, оказывающим влияние на физическую работоспособность и двигательную подготовленность школьников. Дети, имеющие высокий уровень двигательной активности в школе, независимо от региона проживания превосходили учащихся с низкой двигательной активностью по ряду показателей физического состояния. С другой стороны, сравнительный анализ показателей физической работоспособности популяций городских школьников, имеющих сходный двигательный режим, показал, что они в подавляющем большинстве случаев статистически значимо не отличаются друг от друга. Схожесть физического состояния детей из разных климато-географических регионов, имеющих сопоставимый режим повседневной физической активности, указывает на возможность разработки современных релевантных шкал оценки физической работоспособности школьников, пригодных для использования на всей территории Евразийского экономического союза. Материалы исследования могут найти применение при создании унифицированных программ физического воспитания учащихся в рамках единого экономического пространства. *Исследование поддержано РГНФ (грант № 15-06-18014е).*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. – М.: Советский спорт, 2009. – 348 с.
2. Гужаловский А.А. Проблема «критических» периодов онтогенеза в ее значении для теории и практики физического воспитания // Очерки по теории физической культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – С. 219-224.
3. Коновалова Л.В. Специальные «полевые» тесты для определения выносливости спортсменов / Л.В. Коновалова, С.Ф. Сокунова, В.В. Вавилов, А.А. Казанцев // Современные проблемы теории и практики спортивной медицины и физической реабилитации: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Набережные Челны: КамГАФКСиТ, 2009. – С. 222-225.
4. Корниенко И.А. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: итоги 30-летнего исследования. Сообщение III. Эндогенные и экзогенные факторы, влияющие на развитие энергетики скелетных мышц / И.А. Корниенко, В.Д. Соськин, Р.В. Тамбовцева // Физиология человека. – 2007. –Т. 33. № 5. – С. 1-7.
5. Корниенко И.А. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки / И.А. Корниенко, В.Д. Соськин, Р.В. Тамбовцева // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. № 4. – С. 42-47.
6. Криволапчук И.А., Чернова М.Б., Герасимова А.А., Мышьяков В.В. Обоснование батареи тестов для оценки физической работоспособности детей 7-12 лет в полевых условиях // Новые исследования. – 2015. – № 2. – С.83-92.
7. Лях В.И., Двигательные способности школьников: основы теории и методики развития. – М.: Терра–Спорт, 2000. – 192 с.

8. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом «Либроком», 2011. – 368 с.
9. Уайнер Дж. Климатическая адаптация / Биология человека. – М.: Мир, 1979. – С. 560-563.
10. Andreacci J.L., Haile L., Dixon C. Influence of testing sequence on a child's ability to achieve maximal anaerobic and aerobic power // *Int J Sports Med.* – 2007. – 28(8). – P. 673-677.
11. Arriscado D., Muros J.J., Zabala M., Dalmau J.M. Physical activity habits in schoolchildren: influential factors and relationships with physical fitness // *Nutr Hosp.* – 2014. – 31(3). – p. 1232-1239.
12. Bouziotas C., Koutedakis Y., Nevill A., Ageli E, Tsigilis N., Nikolaou A., Nakou A. Greek adolescents, fitness, fatness, fat intake, activity, and coronary heart disease risk // *Arch Dis Child.* – 2004. – 89(1). – P. 41-44.
13. Global Recommendations on Physical activity for Health. – Geneva, World Health Organization, 2010. – 60 p.
14. Green B.S., Blake C., Caulfield B. A valid field test protocol of linear speed and agility in rugby union // *J Strength Cond Res.* 2011. Vol. 25 (5). – P. 1256-1262.
15. Hulse M.A., Morris J.G., Hawkins R.D., Hodson A. et al. A field-test battery for elite, young soccer players. // *Int J Sports Med.* – 2013. – Vol. 34(4). – P. 302-311.
16. Janssen I, Leblanc A. Systematic Review of the Health Benefits of Physical Activity in School-Aged Children and Youth // *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity.* – 2010. – Vol. 7, №40. – P. 1-16.
17. Kenney W.L., Wilmore J.H., Costill D.L. *Physiology of Sport and Exercise.* – Human Kinetics. 2015. – 660 p.
18. Leclair E., Borel B., Thevenet D., Baquet G., Mucci P., Berthoin S. Assessment of child-specific aerobic fitness and anaerobic capacity by the use of the power-time relationships constants // *Pediatr Exerc Sci.* – 2010. – 22(3). – P. 454-466.
19. Physical Activity Guidelines for Americans Midcourse Report Strategies to Increase Physical Activity Among Youth [cited July 12, 2015].
URL: <http://www.health.gov/paguideline/midcourse/pag-mid-course-report-final.pdf>
20. Sandercock G.R., Ogunleye A., Voss C. Six-year changes in body mass index and cardiorespiratory fitness of English schoolchildren from an affluent area // *Int J Obes (Lond).* – 2015. – 6. – P. 254-252.
21. Sun C., Pezic A., Tikellis G., Ponsonby A.L., Wake M., Carlin J.B., Cleland V., Dwyer T. Effects of school-based interventions for direct delivery of physical activity on fitness and cardiometabolic markers in children and adolescents: a systematic review of randomized controlled trials // *Obes Rev.* – 2013. – 14 (10). – P. 818-838.

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕВОЖНЫХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПСИХИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

М.Б. Чернова¹, Н.В. Полянская, М.М. Герасимов
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Институт возрастной физиологии РАО», Москва, Россия

Установлено, что совместное использование специальных программ занятий физическими упражнениями и программы психопрофилактики стресса оказывает выраженное оптимизирующее влияние на функциональное состояние (ФС) тревожных подростков 12-14 лет. В условиях спокойного бодрствования это влияние находит проявление в снижении фоновой активированности, сдвиге вегетативного баланса в сторону преобладания активности парасимпатической системы, а также уменьшении ситуативной тревожности, улучшении самочувствия и настроения. В условиях тестовых нагрузок влияние рассматриваемого комплекса средств оптимизации ФС проявляется в снижении психофизиологической цены напряженной деятельности и повышении ее эффективности. Все это сопровождается существенным улучшением физической работоспособности и двигательной подготовленности. Систематическое использование только физических упражнений оказывает сходное воздействие на вегетативные показатели ФС, физическую работоспособность и двигательную подготовленность, но менее существенно влияет на эмоциональный статус подростков. Применение программы психопрофилактики стресса, напротив, положительно воздействует на уровень ситуативной тревожности, настроения и самочувствия, но не оказывает значимого влияния на большинство вегетативных показателей, физическую работоспособность и двигательную подготовленность.

Ключевые слова: тревожность, информационная нагрузка, систематические занятия физическими упражнениями, программа психопрофилактики, функциональное состояние, работоспособность и двигательная подготовленность.

Long-term effect of physical exercise on the functional state of anxious school-children under mental stress. It was found that the combined use of special programs of physical exercise and stress preventive measures has a strong positive impact on the functional state of 12-14-year-old teenagers with anxiety. During wakefulness this effect reduces the background activation, shifts the vegetative balance towards predominance of the parasympathetic nervous system, and reduces situational anxiety, improves mood and wellbeing. During tests there was demonstrated lower intensity and higher effectiveness of activity. All this is accompanied by a significant improvement of physical capacity and motor fitness. Systematic use of physical exercise only has a similar effect on the FS indices, physical performance and motor readiness, but has a significantly lower influence on the emotional status of adolescents. The use of stress prevention techniques, on the other contrary, has a positive effect on the level of situational anxie-

Контакты: ¹ Чернова М.Б. – E-mail: <mashacernova@mail.ru>

ty, mood and wellbeing, but has no significant effect on the majority of vegetative parameters, physical performance and motor fitness.

Keywords: *anxiety, information load, systematic physical exercise, psychological preventive measures, functional state, performance and motor fitness.*

Проблема оптимизации функционального состояния (ФС) тревожных подростков в процессе учебной деятельности, профилактики и снижения отрицательных последствий психосоциального стресса в последнее время приобретает особую значимость. Среди наметившихся направлений ее решения важная роль отводится рациональному использованию средств физического воспитания [25; 27; 30; 31; 35; 36]. Однако несмотря на возрастание интереса к проблеме применения физических упражнений для повышения устойчивости тревожных лиц разного возраста к действию неблагоприятных психосоциальных факторов, практически отсутствуют экспериментальные исследования, посвященные систематическому использованию средств физической культуры для профилактики и коррекции неблагоприятных изменений ФС тревожных подростков в современных условиях обучения. Неизученным остается вопрос об оптимальных параметрах физических упражнений различной направленности, обеспечивающих долговременный адаптационный эффект и повышение устойчивости рассматриваемой возрастной группы школьников к напряженным информационным нагрузкам. Вместе с тем особенности морфофункциональной и психосоциальной адаптации, развивающейся в процессе систематических занятий физическими упражнениями, во многом, определяются соотношением различных компонентов физической нагрузки, а также технологией их использования совместно с другими средствами оптимизации ФС [2; 4; 28]. В зависимости от применяемого сочетания основных характеристик физической нагрузки и длительности систематических занятий формируется долговременный адаптационный эффект, определяемый величиной и направленностью приспособительных изменений в организме [3; 14; 15; 23]. Для того, что бы эти изменения были максимально эффективными необходима детально распланированная и правильно подобранная программа систематических занятий, учитывающая основные закономерности адаптации к мышечной деятельности на различных этапах развития и принципы физического воспитания детей и подростков.

Целью исследования явилось изучение долговременных эффектов влияния физических упражнений на функциональное состояние тревожных подростков в условиях психической напряженности.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие здоровые подростки 12-14 лет с высоким уровнем личностной тревожности (n=69). Исследование проводилось с одобрения этического комитета ФГБНУ «ИВФ РАО».

Формирующий эксперимент предусматривал использование физических упражнений и комплекса средств управления психологическим стрессом в целях оптимизации ФС тревожных подростков. В ходе исследования применялись неспецифические физические нагрузки различной величины и координационной сложности, относящиеся к разным зонам относительной мощности. Из числа

учащихся с повышенной личностной тревожностью методом рандомизации были сформированы 4 опытные группы. В первой экспериментальной группе (n=17) использовали адекватные возрасту и функциональным возможностям детей экспериментальные программы занятий физическими упражнениями и специальную психопрофилактическую программу. Во второй группе (n=18) применяли только физические упражнения, а в третьей (n=18) – только психопрофилактическую программу. В контрольной группе (n=16) экспериментальные занятия не проводились. Все опытные группы 3 раза в неделю посещали уроки физической культуры.

В лабораторном эксперименте у тревожных детей изучались долговременные изменения ФС в покое и при выполнении информационных нагрузок разной степени стрессогенности [12]. Лабораторный эксперимент проводили в начале и в конце педагогического эксперимента.

В качестве модели информационной нагрузки использовали работу с буквенными таблицами. Обследование осуществлялось в состоянии покоя и в двух режимах работы: 1) автотемп; 2) максимальный темп при наличии «угрозы наказания» [11]. По результатам выполнения тестового задания рассчитывали количественные (А) и качественные (Q) показатели умственной работоспособности.

В процессе исследования определяли показатели временного анализа вариативности сердечного ритма [24]. Для этого записывали 300–500 RR-интервалов в состоянии покоя и 100-150 RR-интервалов во время выполнения тестовых заданий. При тестировании учитывали общие рекомендации по интерпретации показателей вариативности сердечного ритма в условиях проведения функциональных проб [24]. Электроды фиксировались в отведении по Нэбу. Рассчитывали среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), моду (Mo), амплитуду моды (AMo), разброс кардиоинтервалов (MxDMn), среднеквадратическое отклонение (SDNN), стресс-индекс (SI).

Систолическое (СД) и диастолическое (ДД) давление крови регистрировали в соответствии с рекомендациями ВОЗ. Применяли адекватную возрасту детскую манжету. Рассчитывали среднее давление (САД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ВИК).

Эффективность деятельности оценивали на основании соотнесения результативности работы с величиной вегетативных сдвигов при её выполнении. Для этого определяли: Q/ЧСС, Q/SI, Q/ДП, A/ЧСС, A/SI, A/ДП [11, 13].

Психологический статус изучали посредством использования методики шкалированной самооценки состояния Дембо – Рубинштейн (самочувствие – С; настроение – Н, ситуативная тревожность – СТД) [18, 19], опросника Спилбергера (ситуативная тревожность – СТС; личностная тревожность – ЛТС) [16] и модифицированного теста Люшера (ситуативная тревожность – СТЛ) [20].

Для оценки физической работоспособности определяли: PWC₁₇₀; ватт-пульс (ВтП); максимальное потребление кислорода (МПК); интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД).

Комплекс контрольных упражнений состоял из следующих показателей: прыжок в длину с места; челночный бег 4x9 м; бег 20 метров с хода; шестиминутный бег; поднимание туловища из положения «лежа на спине» за 1 минуту; наклон вперед.

Программы занятий физическими упражнениями. В процессе занятий использовалось обоснованное нами рациональное соотношение средств физического воспитания для тревожных подростков, включающее нагрузки комплексной (30 %), аэробной (25 %), смешанной аэробно-анаэробной (25 %), анаэробной гликолитической (15 %); анаэробной алактатной (5 %) направленности. С учетом исходного уровня физического состояния были разработаны 3 программы занятий. Для школьников с различным уровнем физической работоспособности и двигательной подготовленности применительно к развитию каждой двигательной способности были подобраны соответствующие физические упражнения, специальные подвижные и спортивные игры, определена их дозировка. В целях обеспечения положительного взаимодействия нагрузок различной направленности физические упражнения для развития двигательных способностей в основной части занятия использовались в следующей последовательности: скоростные, скоростно-силовые, силовые, «на выносливость». Упражнения «на гибкость» включались в подготовительную часть занятия для «разогревания» организма и в основную часть занятия в интервалах между упражнениями скоростного, скоростно-силового и силового характера. Средняя интенсивность нагрузки в экспериментальной части занятия составляла 65-75 % максимального пульсового резерва (МПР). Экспериментальные занятия наряду с уроками физической культуры проводились 3 раза в неделю по 45 минут. Общая продолжительность занятий составила 40 недель.

Программа психопрофилактики. В процессе исследования на основе подходов, разработанных А.М. Прихожан [17], составлена психопрофилактическая программа, предназначенная для работы с тревожными подростками. Данная программа ориентирована: на обеспечение психологического комфорта учащихся в школе; формирование социального доверия и социальной активности; развитие уверенности в себе; укрепление чувства собственного достоинства; обучение конструктивному поведению в трудных ситуациях, снижение эмоционального напряжения, тревожности и агрессивности; повышение самооценки и общей коммуникативной культуры; снятие внутренних зажимов и обретение двигательной свободы. Важным моментом данной программы является работа по формированию Я-концепции подростка, его отношения к себе, реагированию конфликтов, связанных со взрослыми и разрешению внутренних конфликтов. Значительную часть содержания этой программы составляют специальные физические упражнения и игры, элементы ритмической гимнастики, упражнения на релаксацию и функциональная музыка. «Психопрофилактические занятия» проводились 3 раза в неделю по 45 минут. Длительность занятий по данной программе также составила 40 недель.

Полученные данные обрабатывались с использованием пакета программ «Статистика». Достоверность различий оценивали с помощью параметрических и непараметрических критериев для корреляционно связанных и независимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ ФС в условиях покоя показал, что изменения отдельных его показателей в значительной степени определяются особенностями используемых средств

оптимизации (табл. 1, рис. 1). Так, у подростков первой экспериментальной группы, применяющих программу физических упражнений совместно с программой психопрофилактических занятий, в конце эксперимента отмечались более низкие ($p < 0,01-0,001$) сдвиги ЧСС (на 8 %), ДП (12 %), СТС (8 %), СТД (21 %) и более высокие ($p < 0,001$) значения приростов Мо (10 %), и RRNN (9 %), С (7 %) и Н (7 %) по сравнению с контрольной группой (КГ). У школьников второй экспериментальной группы под влиянием программ занятий физическими упражнениями отмечались более существенные ($p < 0,05-0,001$) изменения ЧСС (на 9 %), ДП (13 %), RRNN (на 7 %), СТС (13 %), Н (8 %). В третьей экспериментальной группе, применявшей программу психопрофилактики стресса, в сопоставлении с группой контроля наблюдались значимые ($p < 0,05-0,01$) сдвиги Мо (на 5 %), СТС (8 %), СТД (16 %), С (11 %) и Н (12 %).

Таблица 1

Изменения психологических показателей ФС тревожных подростков опытных групп в конце эксперимента в условиях покоя

Первая экспериментальная группа			
Показатель	до	после	сдвиг
С, баллы	65,3±4,2	70,4±3,1	5,1±1,7**
Н, баллы	62,5±3,8	68,1±3,7	5,6±1,9**
СТД, баллы	35,9±1,8	25,4±1,6	-10,5±1,4***
СТЛ, баллы	2,9±0,5	2,3±0,4	-0,6±0,3
СТС, баллы	48,4±1,3	42,4±1,2	-6,0±1,3***
Вторая экспериментальная группа			
С, баллы	68,5±3,4	71,8±2,9	3,3±1,7
Н, баллы	65,1±4,1	70,2±3,8	5,1±1,7**
СТД, баллы	29,7±2,2	23,6±1,5	-6,1±1,1***
СТЛ, баллы	3,8±0,6	2,7±0,4	-1,1±0,3**
СТС, баллы	43,7±1,6	36,4±1,3	-7,3±1,4***
Третья экспериментальная группа			
С, баллы	59,8±4,0	66,5±3,4	6,7±1,6***
Н, баллы	56,7±3,3	64,7±2,9	8,0±1,8***
СТД, баллы	32,5±1,6	24,7±1,5	-7,8±1,3***
СТЛ, баллы	2,1±0,4	1,6±0,5	-0,5±0,3
СТС, баллы	49,8±1,7	41,5±1,6	-8,3±1,5***
Контрольная группа			
С, баллы	62,1±2,9	61,8±3,1	-0,3±0,8
Н, баллы	59,8±3,1	60,9±3,1	1,1±0,9
СТД, баллы	37,1±2,0	34,0±1,7	-3,1±1,2*
СТЛ, баллы	3,2±0,5	2,8±0,4	-0,4±0,3
СТС, баллы	43,5±1,5	41,7±1,2	-1,8±1,1

Примечание: *, **, *** - достоверность сдвигов при $p < 0,05, 0,01, 0,001$, соответственно.

Изучение динамики ФС при выполнении информационной нагрузки показало, что работа с индивидуально оптимальной скоростью вызвала выраженное ($p < 0,05-0,001$) повышение большинства вегетативных показателей по сравнению с

фоновым состоянием (табл. 2). Еще более существенные ($p < 0,05-0,001$) сдвиги отмечались при работе с максимальной скоростью в условиях «угрозы наказания». В последнем случае происходило достоверное увеличение ЧСС, АМо, SI, СД, ДД, САД, ДП и снижение Мо, RRNN, МхDMn (см. табл. 2).

Сравнительный анализ изменений вегетативного обеспечения и эффективности деятельности при работе с комфортной скоростью в зависимости от используемых программ оптимизации ФС, показал отсутствие статистически значимых межгрупповых различий. При работе в максимальном темпе, напротив, выявлены достоверные межгрупповые различия (рис. 2).

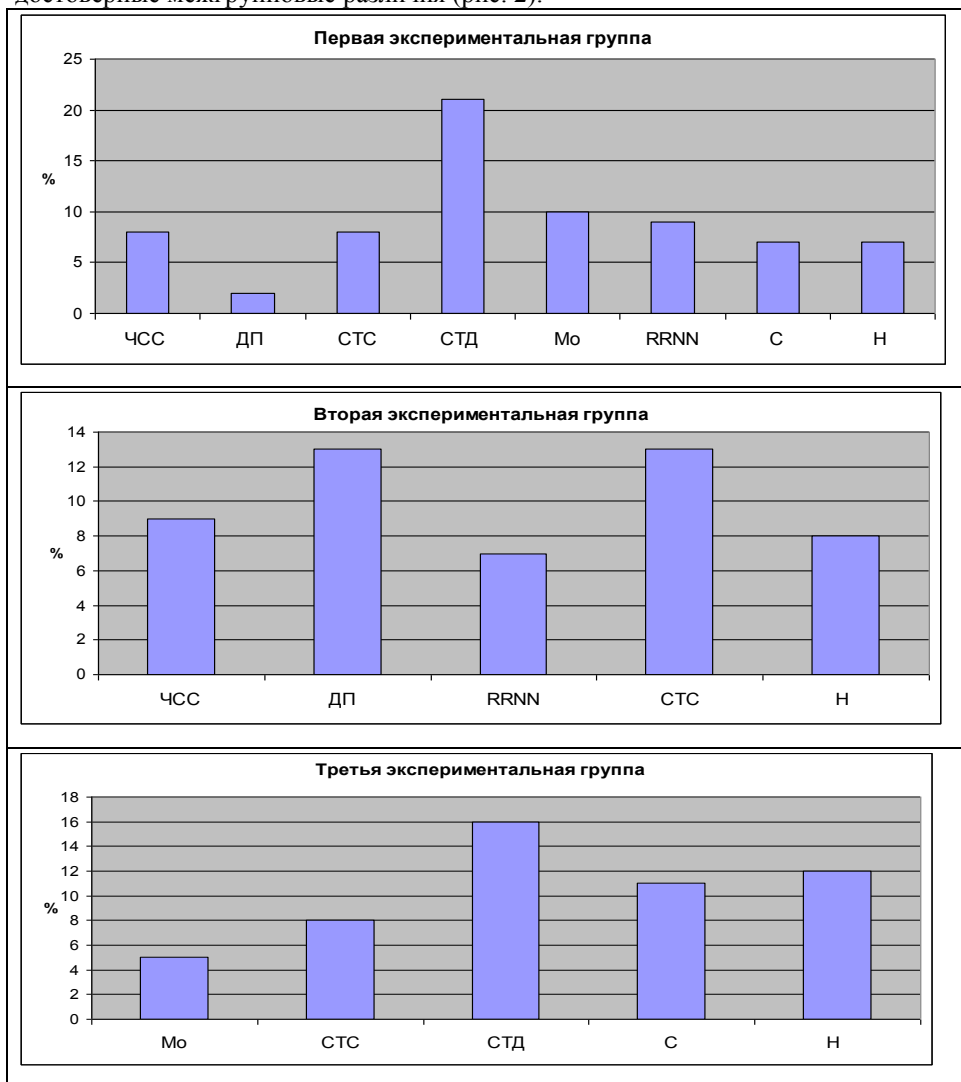


Рис. 1 – Статистически значимые сдвиги (в %) показателей ФС в экспериментальных группах по сравнению с контрольной группой в условиях покоя

Так, в первой экспериментальной группе по сравнению с контрольной отмечалось снижение сдвигов ДП (на 14 %) и RRNN (11 %) ($p < 0,05$) и более высокие ($p < 0,05-0,01$) значения А/ЧСС (25 %), А/ДП (20 %), А/ИН (45 %), Q/ДП (18 %). Во второй группе в аналогичных условиях обнаружены значимые ($p < 0,05-0,01$) сдвиги ЧСС (на 9 %), ДП (на 11 %), RRNN (13 %), А/ЧСС (20 %), А/ДП (25 %). Третья группа превосходила ($p < 0,05$) контрольную в отношении ЧСС (на 7 %), и А/ЧСС (16 %).

Таблица 2

Сдвиги физиологических показателей ФС тревожных подростков опытных групп при информационной нагрузке

Показатель	Первая экспериментальная группа		
	Фон	Нагрузка	
		І ступень (сдвиг)	ІІ ступень (сдвиг)
СД, мм. рт. ст.	111,9±2,4	2,4±1,1*	8,5±1,4***
ДД, мм. рт. ст.	67,5±2,3	1,8±0,9	9,1±1,6***
САД, мм.рт.ст.	81,3±2,1	2,1±0,8*	8,7±1,4***
ЧСС, уд/мин	80,8±1,9	9,5±1,5***	16,2±1,5***
ДП, у.е.	90,2±2,5	11,6±2,2***	27,3±2,8****
RRNN, мс	796,2±27,1	-30,6±6,2***	-81,1±8,0***
Мо, мс	763,5±25,7	-31,5±5,7***	-83,4±7,6***
МхDMn, с	322,5±34,1	-62,1±7,2***	-74,7±6,3***
АМо, %	41,1±3,0	7,8±1,2***	10,3±1,3***
SI, у.е.	140,8±21,4	90,8±18,1***	131,3±28,1***
SDNN, мс	51,5±3,1	-1,5±1,1	-2,3±1,4
Вторая экспериментальная группа			
СД, мм. рт. ст.	114,2±2,4	1,8±0,7	7,6±1,2***
ДД, мм. рт. ст.	68,0±2,2	1,1±0,5	7,1±1,4***
САД, мм.рт.ст.	82,9±2,0	1,5±0,4	7,4±1,1***
ЧСС, уд/мин	79,1±2,1	8,9±1,6***	15,7±1,4***
ДП, у.е.	89,3±2,6	12,1±2,0***	23,4±2,7***
RRNN, мс	819,3±35,8	-45,2±7,3***	-87,4±8,1***
Мо, мс	798,6±31,9	-46,9±7,1***	-89,0±8,5***
МхDMn, с	295,3±27,6	-50,4±5,7***	-66,3±5,6***

АМо, %	38,5±3,4	9,2±1,3***	10,5±1,3***
SI, у.е.	134,9±25,6	117,8±23,0***	136,0±27,3***
SDNN, мс	49,8±2,6	-1,6±1,1	-2,1±1,4
Третья экспериментальная группа			
СД, мм. рт. ст.	112,7±2,6	2,7±1,3	8,1±1,2***
ДД, мм. рт. ст.	70,1±2,4	1,8±0,6**	7,5±1,5***
САД, мм.рт.ст.	82,6±2,2	2,6±1,31	7,7±1,3***
ЧСС, уд/мин	81,5±2,0	7,4±1,3***	14,5±1,5***
ДП, у.е.	91,7±2,7	12,5±2,2***	26,1±2,6***
RRNN, мс	775,0±42,9	-28,7±6,6***	-63,9±8,8***
Мо, мс	751,7±39,4	-27,0±6,4***	-65,5±8,1***
МхDMп, с	354,4±36,2	-72,1±7,0***	-93,8±7,3***
АМо, %	35,9±2,7	8,0±1,4***	10,2±1,3***
SI, у.е.	113,5±17,7	95,5±18,4***	141,3±27,3***
SDNN, мс	56,1±3,3	-2,2±1,2	-2,4±1,3
Контрольная группа			
СД, мм. рт. ст.	113,0±2,5	2,9±1,3*	8,9±1,2***
ДД, мм. рт. ст.	69,8±2,1	2,3±1,4	8,0±1,5***
САД, мм.рт.ст.	83,2±2,0	2,6±1,0*	8,3±1,3***
ЧСС, уд/мин	80,1±1,9	8,4±1,4***	14,7±1,5***
ДП, у.е.	90,4±2,4	13,2±2,5***	25,3±2,8***
RRNN, мс	803,4±29,4	-39,4±6,5***	-85,2±7,5***
Мо, мс	766,2±28,8	-41,6±6,6***	-83,7±7,0***
МхDMп, с	335,6±29,6	-55,8±6,5***	-80,1±8,8***
АМо, %	37,6±3,1	8,8±1,2***	11,1±1,3***
SI, у.е.	122,3±20,8	87,6±15,3***	154,9±22,8***
SDNN, мс	43,7±1,9	-1,2±1,0	-2,1±1,3

Примечание: *, **, *** - достоверность сдвигов при $p < 0,05, 0,01, 0,001$, соответственно.

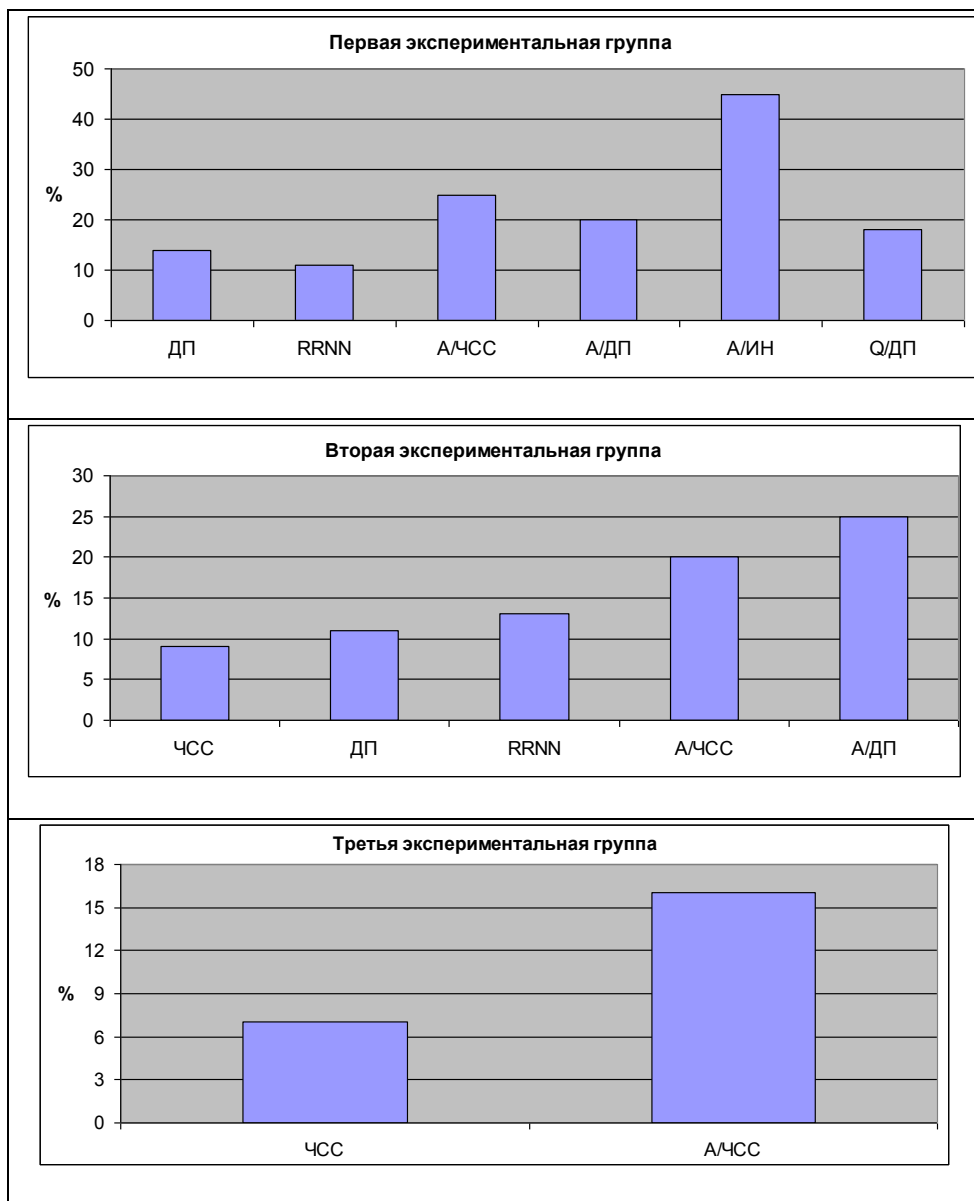


Рис. 2 – Статистически значимые сдвиги (в %) показателей ФС в экспериментальных группах по сравнению с контрольной группой при напряженной информационной нагрузке (работа в максимальном темпе)

Изучение изменений функциональных возможностей организма подростков в зависимости от используемой программы оптимизации ФС, выявило наличие статистически значимых сдвигов показателей физической работоспособности и дви-

гательной подготовленности. Анализ полученных данных указывает на то, что изменения ряда показателей физической пригодности у тревожных подростков в значительной степени зависят от вида экспериментального воздействия (рис. 3).

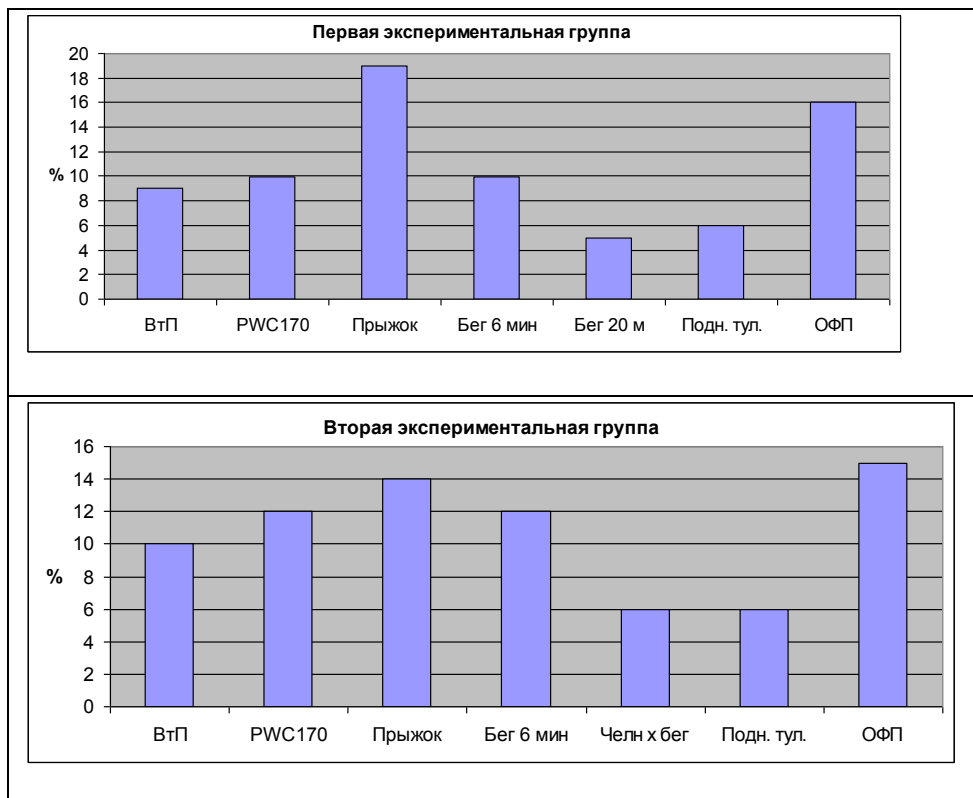


Рис. 3 – Статистически значимые сдвиги (в %) показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности в экспериментальных группах по сравнению с контрольной группой

Сравнение приростов изучаемых переменных показало, что в экспериментальных группах в сопоставлении с контрольной группой имеют место достоверные различия. Так, в первой экспериментальной группе различия по сдвигам ($p < 0,05-0,001$) касались относительных величин ВтП (9 %), PWC₁₇₀ (10 %), а также прыжка в длину с места (19 %), шестиминутного бега (10 %), бега 20 м (5 %), поднимания туловища (6 %) и общей оценки физической подготовленности (16 %). Вторая экспериментальная группа также превосходила ($p < 0,05-0,001$) контрольную группу по уровню приростов средних значений ВтП (10 %), PWC₁₇₀ (12 %), прыжка в длину с места (14 %), челночного бега (6 %), шестиминутного бега (12 %), поднимания туловища (6 %) и общей оценки физической подготовленности (15 %).

Между испытуемыми третьей экспериментальной и контрольной групп значимые различия в уровне физической работоспособности и двигательной подготовленности не выявлены.

Таким образом, в экспериментальных группах в состоянии относительного покоя отмечается улучшение эмоционального состояния, снижение фоновой активированности и сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности парасимпатической системы.

При выполнении тестовых заданий выявлена различной степени выраженности тенденция снижения психофизиологической цены напряженной информационной нагрузки и повышения эффективности интеллектуальной деятельности. Важно подчеркнуть, что наиболее существенное уменьшение цены деятельности на фоне улучшения физической работоспособности и двигательной подготовленности наблюдалось в первой экспериментальной группе. Эти сведения указывают на то, что комплексное применение правильно подобранных программ занятий физическими упражнениями, учитывающих основные закономерности адаптации к мышечной деятельности и программ психопрофилактики стресса, обеспечивает существенное улучшение ФС тревожных подростков в условиях напряженной интеллектуальной деятельности.

В процессе исследования установлено, что для тревожных подростков при напряженных информационных нагрузках характерно значительное увеличение активности симпатического и ослабление влияния парасимпатического отделов ВНС, существенный рост ситуативной тревожности, низкая эффективность деятельности и, соответственно, высокая ее физиологическая цена. Подобная точка зрения подтверждается результатами других работ [7; 8; 9].

Полученная информация соответствует результатам других работ, содержащих сведения о том, что совмещение программ занятий физическими упражнениями и специальных психопрофилактических программ в едином комплексе вызывает наиболее значимый оптимизирующий эффект [1; 2; 10; 33; 38]. Результаты исследования согласуются также с данными о том, что при напряженных когнитивных нагрузках у тревожных лиц, регулярно использующих адекватную возраст и уровень подготовленности мышечную деятельность, отмечается менее значительное повышение активности симпатической и ослабление влияния парасимпатической системы, на фоне снижения психофизиологической цены деятельности [10; 24; 28]. Подобные изменения вегетативного баланса отражают становление оптимальных взаимоотношений между симпатической и парасимпатической системами. Так, по имеющимся сведениям, умеренное нарастание парасимпатической активности и снижение реактивности симпатической системы под влиянием систематических занятий физическими упражнениями, сопровождаются общим улучшением ФС организма [5; 21; 37; 29; 39], повышением стрессоустойчивости и эффективности переработки информации [6; 8; 34].

В настоящее время в целом ряде экспериментальных и обзорных работ показано, что физическая активность является одним из наиболее действенных средств профилактики и коррекции донозологических форм тревожности и депрессии [22; 25; 30; 31; 35; 36]. Этот эффект регулярных физических нагрузок связывается, главным образом, с изменениями обмена нейрого르몬ов, нейромедиаторов и нейропептидов в различных структурах мозга, регулирующих эмоциональные аспекты функционального состояния [4; 10; 26; 27; 40]. В совокупности

все эти приспособительные изменения могут существенно снизить риск формирования состояния перенапряжения, срыва процессов адаптации и развития целого ряда неинфекционных заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение функционального состояния тревожных подростков 12-14 лет показало, что информационные нагрузки, осуществляемые в режиме оптимального и максимального темпа работы, вызывают у них повышение уровня неспецифической активации ЦНС и возрастание напряжения регуляторных систем. При этом переход от первого режима работы ко второму сопровождается нарастанием активности симпатической системы и увеличением психофизиологической цены деятельности.

Установлено, что совместное использование специальных программ занятий физическими упражнениями и программы психопрофилактики стресса оказывает наиболее выраженное оптимизирующее влияние на функциональное состояние тревожных подростков. В условиях спокойного бодрствования это влияние находит проявление в снижении фоновой активированности, сдвиге вегетативного баланса в сторону преобладания активности парасимпатической системы, а также уменьшении ситуативной тревожности, улучшении самочувствия и настроения. В условиях тестовых нагрузок влияние рассматриваемого комплекса средств оптимизации функционального состояния проявляется в снижении психофизиологической цены напряженной деятельности и повышении ее эффективности. Важно подчеркнуть, что все это сопровождается существенным улучшением физической работоспособности и двигательной подготовленности. Систематическое использование только физических упражнений оказывает сходное воздействие на вегетативные показатели функционального состояния, работоспособность и двигательную подготовленность, но менее существенно влияет на эмоциональный статус подростков. Применение же программы психопрофилактики стресса, напротив, положительно воздействует на уровень ситуативной тревожности, настроения и самочувствия, но не оказывает значимого влияния на большинство вегетативных показателей, физическую работоспособность и двигательную подготовленность.

Работа поддержана грантом РГНФ (14-06-00212а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодров В.А. Психологический стресс: развитие и преодоление. – М.: ПЭР СЭ, 2006. – 528 с.
2. Бундзен П.В., Евдокимова О.М., Л.-Э. Унесталь. Современные технологии укрепления психофизического состояния и психосоциального здоровья населения // Теор. и практ. физич. культуры. – 1996. – № 8. – С. 57.
3. Волков Н.И., Осипенко А.А., Несен Э.Н., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. – Киев. Олимпийская литература. 2000.
4. Гринберг Дж. Управление стрессом. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.

5. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. – М.: МГУ, 1992. – 192 с.
6. Данилова Н.Н. Психофизиология. – М.: Аспект Пресс, 2008. – С. 324.
7. Данилова Н.Н., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н., Чернышенко Е.Н. Зависимость сердечного ритма от тревожности как устойчивой индивидуальной характеристики // Журн. высш. нервн. деят. – 1995. – Т. 45, № 6. – С. 647-660.
8. Коршунова, С.Г. Эффективность решения умственных задач и вариантность сердечного ритма / С.Г. Коршунова // Вестн. МГУ. Сер. 14, Психология. – 1996. – № 1. – С. 31-41.
9. Криволапчук И.А. Психофизиологические показатели у детей 6–8 лет при информационной нагрузке в зависимости от тревожности как устойчивой индивидуальной характеристики // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, №6. – С. 13-21.
10. Криволапчук И.А. Эффективность использования физических упражнений для управления функциональным состоянием тревожных детей 6-8 лет // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 5. – С. 61-72.
11. Криволапчук И.А., Сухецкий В.К. Психофизиологическая характеристика функционального состояния подростков на разных стадиях полового созревания в условиях информационной нагрузки // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 13-25.
12. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Разработка модели тестовых нагрузок для изучения стрессовой реактивности подростков // Новые исследования. – 2010. – № 3 (24). – С. 25-37.
13. Криволапчук, И.А. Психофизиологическая цена напряженной информационной нагрузки у детей и подростков 5-14 лет / И.А. Криволапчук // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 28-36.
14. Медведев В.И. Адаптация человека. – СПб.: Институт мозга РАН, 2003. – 584 с.
15. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
16. Практикум по возрастной психологии: / Под ред. Л.А. Головей, Е.Ф. Рыбалко. – СПб.: Речь, 2001. – 638 с.
17. Прихожан А.М. Тревожность у детей и подростков: Психологическая природа и возрастная динамика. – М.: Московский психолого-социальный институт, НПО МОДЭК, 2000. – 304 с.
18. Прихожан А.М. Применение методов прямого оценивания в работе школьного психолога // Научно-методические основы использования в школьной психологической службе конкретных психодиагностических методик: Сб. научн. тр. / Редкол.: И.В. Дубровина (отв. ред.) и др. – М.: изд. АПН СССР, 1988. – С. 110-128.
19. Прихожан А.М. Психология тревожности: дошкольный и школьный возраст. – СПб.: Издательство «Питер», 2007. – 192 с.
20. Собчик, Л.Н. Метод цветowych выборов – модификация цветового теста Люшера. – СПб.: Речь, 2006. – 128 с.
21. Ульянинский Л.С. Эмоциональный стресс и экстракардиальная регуляция // Физиологический журнал. – 1994. – Т. 80, № 2. – С. 23-27.

22. Чернова М.Б., Полянская Н.В., Герасимов М.М. Влияние острой физической нагрузки различной интенсивности на психологические аспекты функционального состояния детей в критический период адаптации к школе // Новые исследования. – 2015. – № 5. – С. 72-84.
23. Швеллнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине. Пер. с англ. / Науч. редактор В.В. Уйба. – М.: «Практика», 2011. – 672 с.
24. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
25. Bibeau W.S., Moore J.B., Mitchell N.G., Vargas-Tonsing T., Bartholomew J.B. Effects of acute resistance training of different intensities and rest periods on anxiety and affect // *J Strength Cond Res.* – 2010. – 24(8). – P. 2184-2191.
26. Crews D., Landers D. A meta-analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychosocial stressors // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1987. – Vol. 19, № 5. – P. 114-120.
27. Crews D.J., Lochbaum M.R., Landers D.M. Aerobic physical activity effects on psychological well-being in low-income Hispanic children // *Percept. Mot. Skills.* – 2004. – 98(1). – P. 319-324.
28. Everly G., Latin J. *A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response.* – NY: Springer, 2013. – 486 p.
29. Forcier K., Stroud L.R., Papandonatos G.D. et al. Links between physical fitness and cardiovascular reactivity and recovery to psychological stressors: A metaanalysis // *Health Psychol.* – 2006. – Vol. 25, № 6. – P. 723-739.
30. Guskowska M. State/trait anxiety and anxiolytic effects of acute physical exercises // *Biomedical Human Kinetics*, 2009. 1, – P. 6-10.
31. Hale B.S., Koch K.R., Raglin J.S. State anxiety responses to 60 minutes of cross training // *Br. J. Sports Med.* – 2002. – Vol. 36. – P. 105-107.
32. Krivolapchuk I. A., Chernova M. B. Physical performance and psychophysiological reactivity of 7-8 year-old children to different types of exercise // *Medicina dello Sport.* – 2012. – 65 (2). – P. 173-185.
33. Long B., Haney C. Coping strategies for Working Women: aerobic exercise and relaxation interventions // *Behav. Ther.* – 1988. – Vol. 19, № 1.
34. McCanne T.R., Lyons G.M. Decelerative changes in heart rate are associated with performance on tasks that assess intelligence // *Intern. J. Psychophysiol.* – 1990. – Vol. 8, № 3. – P. 235-248.
35. Patrick WC Lau, CW Yu, Antoinette Lee, Rita YT Sung The physiological and psychological effects of resistance training on Chinese obese adolescents // *J. Exercise Science and Fitness.* – 2004. – 2(2). – P. 115-120.
36. Petruzzello S.J., Landers D.M., Hatfield B.D., et al. A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. Outcomes and mechanisms // *Sports Med.* – 1991 – Vol. 11, № 3, pp. 143-182.
37. Rimmele U., Seiler R., Marti B. et al. The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress // *Psychoneuroendocrinology.* – 2009. – Vol. 34. – P. 190-198.
38. Roth D., Holmes D. Influence of Aerobic Exercise Training and Relaxation Training on Physical and Psychologic Health Following Stressful Life Events // *Psychosomatic Medicine.* – 1987. – Vol. 49. – P. 355-365.

39. Spalding T.W., Jeffers L.S., Porges S.W., Hatfield B.D. Vagal and cardiac reactivity to psychological stressors in trained and untrained men //Med. Sci. Sports Exerc. – 2000 –Vol. 32, № 3. – P. 581-591.

40. Wipfli B.M., Rethorst C.D., Landers D.M. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis // J Sport Exerc Psychol. – 2008. – Vol. 31, № 1. – P. 128-129.

ВЛИЯНИЕ ХОРЕОГРАФИИ НА РАЗВИТИЕ СЕНСОМОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ У ШКОЛЬНИКОВ 11-16 ЛЕТ

Д.З. Шибкова, М.В. Семенова, В.П. Мальцев¹
ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный
педагогический университет», Челябинск

В статье представлены результаты исследования показателей сенсомоторного реагирования учащихся 11-16 лет хореографического класса специализированной гимназии г. Челябинска. Выявлена неоднородность, ритмичность изменения нейродинамических показателей, обусловленная нейроэндокринными перестройками организма детей в пубертатном периоде. В возрастном аспекте отмечена общая тенденция совершенствования психомоторных функций, мобилизация нервной системы, совершенствование дифференцировочного торможения. Показано определенное активирующее воздействие занятий хореографией на функциональное состояние ЦНС детей подросткового возраста.

Ключевые слова: зрительно-моторные реакции, хореографический профиль, школьники.

Influence of choreography on the development of sensory motor functions in school children of 11-16 y.o. The article presents the results of the study of sensory-motor reactions in 11-16-year-old children from a choreographic class of the specialized gymnasium in Chelyabinsk. There were revealed the heterogeneous, rhythmic changes of neurodynamic indices caused by neuroendocrine changes in children in puberty. There is a general tendency of the improvement of psychomotor functions, mobilization of the nervous system, improvement of differential inhibition. The article shows certain activating effect of the choreography classes on the functional state of the CNS of teenagers.

Key words: sensory-motor reactions, choreographic profile, schoolchildren.

Актуальность исследований функциональных состояний организма детей объясняется потребностью сохранения их здоровья на различных этапах роста и развития [8; 12; 15; 20], повышения адаптационных возможностей к интенсивным физическим нагрузкам и спортивным тренировкам [13]. Известно, что формируются программы адаптации в центральной нервной системе.

Свойства нервной системы развиваются гетерохронно: одни свойства характеризуются коротким периодом онтогенетического развития, другие – более длительным. Так, по средним групповым данным, полученным методом возрастных срезов [11], лабильность с 8 до 14 лет постепенно повышается с некоторой задержкой в 11 лет и с значительным спадом с 15 до 18 лет. В период второго детства увеличиваются скорость и стабильность сенсомоторных реакций, возрастает сила нервных процессов [8]. Авторы отмечают отсутствие у учащихся 11-13 лет положительной динамики изменения психо- и нейродинамических показате-

Контакты: ¹ В.П. Мальцев – E-mail: <mal585@mail.ru>

лей и доминирование у подростков обоего пола процессов торможения. В 14-16 лет регистрируются уменьшение латентного периода простой зрительно-моторной реакции (ЛП ПЗМР), увеличение силы и функциональной подвижности нервных процессов. У мальчиков по сравнению с девочками практически во всех возрастных группах определены прогностически лучшие значения показателей психофизиологических функций [9].

По мнению Е.П. Ильина [6], до настоящего времени отсутствуют доказательства влияния целенаправленного упражнения на какое либо из свойств нервной системы. Однако в одном из первых исследований свойств нервной системы учащихся хореографического училища, проведенном Н.Е. Высоцкой, А.М. Сухаревой [2], было показано изменение у учащихся после нескольких лет занятий хореографией подвижности нервных процессов и силы по возбуждению в сторону инертности и слабости. В другом исследовании по влиянию занятий спортом на развитие свойств нервной системы [11] было показано, что проявляется оно не однозначно: в отношении чувствительности оно не дифференцировано, а развитие реактивности и лабильности зависит от специфики формы физической активности. В более поздней работе установлено, что под влиянием специальной тренировки повышается функциональная подвижность нервных процессов [7].

Таким образом, остается актуальным вопрос о возможности модификаций свойств нервной системы в зависимости от тренировочных факторов.

Цель нашего исследования: выявить общие закономерности и особенности половозрастного развития сенсомоторных свойств у учащихся 11-16 лет, систематически занимающихся хореографией.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В динамике 6-ти лет обучения в хореографическом классе МОУ-гимназии № 10 г. Челябинска обследовалось 22 ребенка. Исследования проведены в соответствии с требованиями биомедицинской этики, на основе письменного добровольного согласия родителей и по согласованию с руководителями общеобразовательного учреждения.

Диагностика параметров центральной нервной системы проводилась два раза в год (октябрь, апрель). Оценка пространственно-координационных сенсомоторных показателей осуществлялась на сертифицированном оборудовании аппаратно-программного комплекса «НС – ПсихоТест» («НейроСофт», г. Иваново).

При изучении особенностей сенсомоторного реагирования были использованы следующие методики: «Простая зрительно-моторная реакция», «Реакция выбора», «Реакция различения», «Оценка Внимания», «Помехоустойчивость».

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Office Excel, статистического пакета «Статистика 6.0». При распределении отличным от нормального рассчитывали U-критерий Манна-Уитни. Различия считались статистически достоверными при достижении уровня значимости $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Время простой и сложной зрительно-моторных реакций, а также максимальную частоту движений кистью руки за единицу времени, рассматривают как показатель «реагирующей способности», которая имеет важное значение в координации движений, так как является пусковым механизмом начала всех координирующих влияний [18].

Изменение показателей времени простой зрительно моторной реакции учащихся, занимающихся хореографией, в динамике 6 лет наблюдения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика показателей времени простых зрительно-моторных реакций учащихся хореографического класса ($M \pm m$)

Возраст	11 лет	12 лет	13 лет	14 лет	15 лет	16 лет
Время простой зрительно-моторной реакции выбора, мс						
Общая выборка	286,7±23,3	272,3±14,6	287,3±13,2	248,1±21,2 ♦♦♦	253,2±8,7	238,2±10,1
Девочки	272,3±18,2	276,0±10,4	289,7±12,9	264,7±28,2	253,3±8,6	242,1±8,3
Мальчики	331,0±29,2 *	267,8±12,5	283,5±14,0	238,9±18,9 *	253,2±14,6	229,7±12,1
Время реакции по методике «Оценка внимания», мс						
Общая выборка	263,2±7,2	292,8±18,2	265,9±15,9	246,2±7,1	245,4±6,4	261,1±8,4 ♦♦
Девочки	261,4±9,1	296,±15,0	287,7±14,6	251,3±6,3	250,5±6,3	258,8±6,0
Мальчики	269,8±6,8	287,3±21,6	287,0±20,1	244,4±7,6	249,2±6,9	256,4±8,0
Время реакции по методике «Помехоустойчивость», мс						
Общая выборка	334,3±13,5	330,7±21,2	330,4±19,2	264,1±6,7 ♦♦	275,0±8,3	279,2±6,5
Девочки	326,8±15,1	300,8±11,9	309,0±14,6	276,9±9,0 ♦	285,2±7,4	279,8±4,9 ♦
Мальчики	352,4±29,7	341,6±26,4	321,8±19,8	249,2±6,0*	264,7±8,3	258,7±7,0 *

Примечание: * – достоверность различий между показателями учащихся разного пола (при $p \leq 0,05$); ♦ ♦♦ ♦♦♦ – достоверность различий между результатами последовательных измерений (при $p \leq 0,05$; 0,01; 0,001 соответственно).

У обследованных нами учащихся в возрасте 11-16 лет, занимающихся хореографией, отмечено закономерное улучшение результата тестирования ПЗМР ($p < 0,05$). Период наиболее выраженного уменьшения времени реакции отмечается в возрасте 13-14 лет на 15 %.

Исследования возрастной динамики показателей времени реакции, проведенные О.Б. Гилевой [3] выявили стадийный характер изменений данного параметра. Данную закономерность в исследуемой нами популяции учащихся в большей степени подтверждает динамика времени простой зрительно-моторной реакции мальчиков. Период «плато» в динамике времени простой зрительно-моторной реакции у мальчиков приходится на возраст 12-13, критические периоды на возраст 11, 13 и 15 лет. Кривая возрастной динамики времени ПЗМР у девочек имеет одну «критическую точку» в возрасте 13 лет с последующим снижением времени реакции. Нами выявлены достоверные различия времени ПЗМР мальчиков и девочек в возрасте 11 лет, время реакции мальчиков достоверно больше, чем у девочек на 22,72 %, и 14 лет, когда время реакции девочек, было значимо больше, чем у мальчиков на 13,17 %.

Сравнение динамики времени ПЗМР учащихся 11-16 лет хореографического профиля обучения с референтными значениями латентных периодов, полученными А.В. Зайцевым [5] выявило, что в возрасте 11-12 лет показатели обследованных нами учащихся, находятся вблизи нижней границы референтных значений, в 13 лет – в пределах средних показателей, в 14-16 лет – ниже нижней границы этих значений. Выявленные особенности свидетельствуют об оптимальном функциональном состоянии зрительного и соматосенсорного анализаторов обследованных школьников, занимающихся хореографией.

Время зрительно-моторной реакции в условиях статической и динамической помех оценивалось по методикам «Оценка внимания» и «Помехоустойчивость» (см. табл. 1). Время простой зрительно-моторной реакции в условиях статической помехи не имело достоверных различий у мальчиков и девочек в течение всего периода наблюдения. Время реакции в условиях динамической помехи у мальчиков 11- 12-13 лет было больше, чем у девочек в среднем на 8,52 % (7,85 %; 13,58 %; 4,13 %), что, вероятно, объясняется различием в сроках созревания функциональных звеньев соматосенсорного анализатора у мальчиков и девочек. С 13 до 16 лет, время реакции девочек было больше, чем у мальчиков в среднем на 6,67 %, максимальная величина различий наблюдалась в возрасте 14 лет и составляла 11,13 %. В динамике изменений показателей «Помехоустойчивость» отмечается увеличение времени реакции в начале восьмого года обучения (возраст испытуемых составлял 14 лет). Функциональные изменения одного из звеньев регуляторной системы – гипоталамуса, возникающие на начальных этапах полового созревания существенно сказываются на характеристиках нейрофизиологических механизмов [4]. Повышение возбудимости клеток нервной ткани, вызванное гуморальными факторами обуславливает некоторое снижение помехоустойчивости учащихся.

Произвольная сенсомоторная реакция выбора более сложна, чем простая, а потому характеризуется большими значениями времени. Усложнение реакции связано, прежде всего, с логическим ее компонентом. Результаты диагностики сложной зрительно-моторной реакции подростков исследуемой популяции обобщены в таблице 2.

Таблица 2

Динамика показателей времени сложных зрительно-моторных реакций учащихся хореографического класса ($M \pm m$)

Возраст	11 лет	12 лет	13 лет	14 лет	15 лет	16 лет
Время сложной зрительно-моторной реакции выбора, мс						
Общая вы-борка	440,2±41,9	428,4±19,9	422,4±19,5	428,4±13,8	391,3±11,5	370,8±10,2
Девочки	419,6±23,9	409,5±13,2	415,1±15,4	436,0±11,8	403,1±10,1	371,1±7,1 [♦]
Мальчики	460,8±60,7	447,2±26,6	429,6±24,3	420,7±15,8	379,5±12,6 [♦]	370,2±13,0
Время сложной зрительно-моторной реакции различения, мс						
Общая вы-борка	475,6±28,0	500,7±24,3	455,2±19,2	455,1±13,0	416,4±15,1	380,8±11,6
Девочки	468,3±24,0	476,0±14,1	432,5±17,9	473,1±12,2	425,3±16,7 [♦]	394,7±9,1
Мальчики	482,8±31,9	525,3±34,6	477,9±20,6	437,1±13,8	407,5±14,3	370,5±13,3

Примечание: [♦] – достоверность различий между результатами последовательных измерений (при $p \leq 0,05$).

В динамике 6 лет наблюдения отмечается планомерное снижение времени сложной зрительно-моторной реакции учащихся хореографического профиля обучения. Время реакции выбора у мальчиков превышало время реакции девочек в возрасте 11-13 лет. В возрасте 14-15 лет время реакции обследуемых нами мальчиков было меньше, чем у девочек, к 16 годам различия между испытуемыми разного пола нивелировались.

В целом, динамика изменений времени сложной зрительно-моторной реакции выбора у обследованных нами школьников в возрастном периоде от 11 до 16 лет характеризуется улучшением результата тестирования как у девочек на 11,58 %, так и у мальчиков на 23,26 %. Снижение времени «реакции различения» от 11 к 16 годам, на наш взгляд, связано с совершенствованием функциональной организации структур нервной системы, определяющих специфику данного психофизиологического показателя, в частности с развитием дифференцировочного торможения.

От 11 до 12 лет у учащихся хореографического профиля обучения наблюдается тенденция к увеличению времени сложной зрительно-моторной реакции, что согласуется с данными, полученными ранее [18], согласно которым у испытуемых 10-11 лет выявлен положительный прирост времени СЗМР, в противоположность к общей тенденции уменьшения времени реакции от 10 к 15 годам.

Реакция выбора отличается от простой зрительно-моторной реакции временем центрального компонента. Для оценки данного компонента времени реакции используют показатель разности латентных периодов СЗМР и ПЗМР, или показатель времени когнитивных процессов (ВКП) [5]. На рассматриваемом этапе онтогенеза наблюдается неравномерное изменение показателя ВКП. Минимальное значение показателя ВКП обследуемых отмечено в возрасте 13 лет; максимум

приходится на возраст 14 лет как у девочек, так и у мальчиков. С 14 до 16 лет наблюдается снижение ВКП и последующая стабилизация данного показателя. В среднем, у обследованных нами подростков наблюдается достоверное увеличение времени когнитивных процессов в возрасте 13-14 лет от 136,9 мс до 174,8 мс ($p \leq 0,01$); и последующее снижение в возрасте 14-15 от 174,8 мс до 142,9 мс ($p \leq 0,01$). Характер полученных результатов динамики ВКП в возрасте 11-16 лет соответствует имеющимся в литературе данным об изменении реакции организма на разнообразные раздражители в пубертатном периоде (в частности, временное ухудшение условнорефлекторной деятельности, проявляющееся в генерализации двигательных рефлексов, в замедлении сложных реакций, особенно на раздражители второй сигнальной системы) [14; 17]. Достоверных различий времени когнитивных процессов мальчиков и девочек на обследованном нами этапе онтогенеза не выявлено, в качестве тенденции, можно отметить несколько более высокие показатели ВКП мальчиков по сравнению с девочками в возрасте 11-12 лет и 13-14 лет.

Сравнение полученных нами показателей времени простых и сложных зрительно-моторных реакций подростков в условиях профильного хореографического обучения с данными, полученными при обследовании учащихся 5 и 8 классов общеобразовательной школы г. Челябинска [10], показало более низкие значения времени простой зрительно-моторной реакции мальчиков и девочек 5-ого и 8 классов, занимающихся хореографией (таблица 3).

Таблица 3

Показатели зрительно-моторных реакций учащихся хореографического профиля обучения и учащихся общеобразовательной школы (по результатам исследования [10]), $M \pm t$

		Простая зрительно-моторная реакция, мс	Реакция выбора, мс	Реакция различения, мс	ЗМР в условиях статической помехи, мс	ЗМР в условиях динамической помехи, мс
<i>Данные учащихся общеобразовательной школы г. Челябинска</i>						
5 класс	М	290±9,8	427±11,6	478±15,6	370±12,4*	410±13,2*
	Д	320±10,5*	410±18,4	503±14,7	401±13,2*	441±14,4***
8 класс	М	279±11,8	398±12,4	421±9,9	382±15,6***	362±13,2***
	Д	369±10,1***	428±12,6	489±8,5*	467±15,3***	417±12,6***
<i>Данные учащихся хореографического профиля обучения</i>						
5 класс	М	267,7±12,5	447,2±26,6	525,3±34,6	287,3±21,6	341,6±26,4
	Д	276,0±10,4	409,5±13,2	476,0±14,1	296,3±15,0	300,8±11,9
8 класс	М	253,2±14,6	379,5±12,5	407,5±14,3	249,2±6,9	264,7±8,3
	Д	253,3±8,6	403,1±10,1	425,3±16,7	250,5±6,3	285,2±7,4

*Примечание: *, *** – достоверность различий между показателями учащихся профильной и общеобразовательной школ (при $p \leq 0,05$; $0,001$ соответственно); М – мальчики, Д – девочки.*

Достоверные различия были выявлены для ПЗМР девочек 5 и 8 классов; достоверно более низкие показатели времени реакции в условиях статической и ди-

намической помех у учащихся обоего пола в 5 и 8 классах. Отсутствие различий в показателях времени реакции выбора и различения свидетельствует об одинаковом уровне функционального созревания дифференцировочного торможения у испытуемых двух выборок, а также структур, обеспечивающих центральный компонент времени реакции. Различия скорости зрительно-моторных реакций в условиях статической и динамической помех могут указывать на лучшее развитие произвольного внимания у учащихся, занимающихся хореографией.

Ряд исследований, проведенных в популяциях детей занимающихся различными видами спорта и не занимающихся сверстников, свидетельствуют о закономерности укорочения латентного периода сенсомоторного реагирования спортсменов. В частности в исследовании [16] при сопоставлении простой и сложной зрительно-моторных реакциях мальчиков 12-13 лет г. Архангельска, занимающихся единоборствами и не занимающихся спортом выявлено, что в группе исследуемых спортсменов время сенсомоторного реагирования по показателю ПЗМР достоверно меньше, а различия показателей СЗМР у спортсменов ниже на уровне статистической тенденции ($p \leq 0,1$). Аналогичные результаты были получены в работах [1; 19] в условиях футбольного и баскетбольного тренировочного процесса. Выявленная закономерность обусловлена тем, что в процессе тренировочных занятий происходит совершенствование зрительной сенсорной системы, за счет чего увеличивается скорость восприятия и переработки поступающей информации, что положительно сказывается на реактивности поведения [19].

Таким образом, в процессе тренировочных занятий хореографической направленности происходит совершенствование функциональных возможностей нервной системы, что создает физиологическую основу успешной адаптации организма детей подросткового возраста в условиях повышенной двигательной активности танцевально-хореографического образования.

ВЫВОДЫ

Возрастная динамика различных психомоторных показателей от 11 до 16 лет характеризуется неравномерностью и стадийным характером изменений, с общим вектором к снижению времени зрительно-моторных реакций. Ритмичность показателей сенсомоторного реагирования, вероятно, обусловлена нейрогуморальным становлением организма подростков.

Выявлено оптимальное функциональное состояние зрительного и соматосенсорного анализаторов обследованных школьников, занимающихся хореографией, особенно детей подросткового возраста. Полученные результаты свидетельствуют о более высокой функциональной подвижности нервных процессов подростков профильной гимназии в сравнении с учащимися общеобразовательной школы, что расширяет функциональные возможности локомоторного аппарата и обеспечивает эффективную хореографическую деятельность.

Статья подготовлена в рамках выполнения проектной части государственного задания в сфере научной деятельности образовательным организациям высшего образования, подведомственным Минобрнауки России (рег. № 2669).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беленко И.С. Психофизиологические особенности у юных спортсменов игровых видов спорта разного возрастного периода развития и тренированности // Вестник ТГПУ, 2009. – Выпуск 3 (81). – С. 54-58.
2. Высотская Н.Е. Изучение индивидуальных качеств, влияющих на успешность овладения профессией артиста балета: Автореф. ... дисс. канд. наук. – Л., 1976.
3. Гилева О.Б. Возрастная динамика показателей времени реакции, тревожности и темперамента у школьников 7 – 16 лет : дис. ... канд. биол. наук. – Архангельск, 2002. – 170 с.
4. Дубровинская Н.В. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии: Учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / Н.В. Дубровинская, Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 144 с.
5. Зайцев А.В. Половозрастная динамика зрительно-моторных реакций. Компонентный анализ времени реакции: дис. ... канд. биол. наук. – Екатеринбург, 2000. – 161 с.
6. Ильин Е.П. Психомоторная организация человека. – СПб.: Питер, 2003. – 384 с.
7. Исакова З.Б. Умственная работоспособность и характеристика вегетативного реагирования на умственную нагрузку детей с различной подвижностью нервных процессов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 1991. – 20 с.
8. Казин Э.М. Комплексное лонгитудинальное исследование особенностей физического и психофизиологического развития учащихся на этапах детского, подросткового и юношеского периодов онтогенеза / Э.М. Казин, Н.Г. Блинова, Т.В. Душенина, А.Р. Галеев // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 1. – С. 70-76.
9. Мороз В.М. Дерматоглифические и психофизиологические особенности практически здоровых подростков Подольского региона Украины / В.М. Мороз, И.В. Гунас, И.В. Сергета // Бюллетень сибирской медицины. – 2008. – № 1. – С. 37-44.
10. Попова Т.В. Функциональное состояние центральной нервной системы растущего организма в период обучения в школе / Т.В. Попова, О.Г. Коурова // Новые исследования. – 2010. – № 2 (23). – С. 75-80.
11. Сантросян К.О. К вопросу о влиянии занятий спортом на развитие чувствительности, лабильности и реактивности у детей / К.О. Сантросян, С.А. Салатинян // Вопросы психологии. – 1981 – № 2. – С. 115-121;
12. Семенова М.В., Шибков А.А. Межпопуляционные эколого-физиологические особенности детей школьного возраста: монография. – Челябинск: Изд-во Челябинского гос. пед. ун-та, 2013. – 210 с.
13. Сиротюк А.Л. Нейропсихологическое и психофизиологическое сопровождение обучения. – М.: ТЦ Сфера, 2003. – 288 с.
14. Смирнов В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 400 с.

15. Смирнова Ю.В. Управление качеством образования на основе мониторинга здоровья учащихся: Монография / Ю.В. Смирнова, Д.З. Шибкова, О.А. Макунина. – Челябинск: Издательство ООО «Полиграф-Мастер», 2007. – 364 с.

16. Сунцов С.А., Родина Н.С. Особенности сенсомоторных реакций спортсменов–единоборцев // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2011. – №2, (Выпуск XXVII). – С. 57-58.

17. Фомин Н.А., Вавилов Ю.Н. Физиологические основы двигательной активности. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 224 с.

18. Харитонова Л.Г. Возрастные особенности развития отдельных проявлений координационных способностей рук у школьников 7-15 лет / Л.Г. Харитонова, Л.А. Суянгулова, Л.В. Харченко, Н.П. Филатова, И.Ю. Горская // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 1999. – Вып. 3–4. – С. 16-20.

19. Шаханова А.В., Беленко И.С., Кузьмин А.А. Психофизиологический профиль и вегетативный статус у юных футболистов и баскетболистов 10-15 лет, занимавшихся в режиме ДЮСШОР // Вестник Адыгейского государственного университета: Сер. «Естественно-математические и технические науки». – 2008. – № 9. – С. 75-86.

20. Шибкова Д.З., Байгужин П.А. Организация здоровьесформирующей среды с использованием автоматизированной программы «Мониторинг здоровья»: монография. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2011. – 153 с.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В альманахе «Новые исследования», выходящем 4 раза в год, могут быть опубликованы прошедшие рецензирование статьи по всем направлениям возрастной физиологии, морфологии, школьной гигиены и физического воспитания детей и подростков.

При направлении статьи в редакцию рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

1. На первой странице указываются название статьи, Инициалы и Фамилия автора, учреждение, из которого выходит статья.

2. Объем статьи: Обобщающих теоретико-экспериментальных работ и обзорных работ – не более одного авторского листа (24 стр.), экспериментальных работ – не более 0.8 авторского листа (18 стр.), кратких сообщений и методических статей – не более 4–5 стр.

3. Изложение материала в статье экспериментального характера должно быть представлено следующим образом: краткое введение, методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы, список литературы. Таблицы (не более 3) печатаются на отдельных страницах и должны быть пронумерованы в порядке общей нумерации, в тексте отмечается место, где должна быть помещена таблица.

4. Для иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Рисунки представляются на отдельных страницах, на полях рукописи указывается место, где должен быть размещен рисунок. Рисунки, как и таблицы, выполняются на отдельных страницах, в тексте отмечается место, где должен быть помещен рисунок.

5. Цитирование авторов производится цифрами в квадратных скобках, список литературы располагать по алфавиту.

6. К статье прилагается аннотация в размере не более 10 строк на русском и английском языках.

7. Статьи направлять на электронном носителе (Word; шрифт Times 14, через 1.5 интервала, поля стандартные: сверху – 2.5 см, снизу – 2.0 см, слева – 3.0 см, справа – 1.5 см)

8. Редакция оставляет за собой право на сокращение и исправление статей. Рукописи, не принятые в печать не возвращаются. В случае возвращения статьи авторам для исправления согласно отзыву рецензента статья должна быть возвращена в течение 2 мес. в доработанном варианте с приложением первоначального.

9. С аспирантов и докторантов плата за публикацию рукописей не взимается.

*Статьи следует направлять по адресу:
119121, Москва, ул. Погодинская 8, корп.2, Институт возрастной физиологии РАО,
отв. секретарю альманаха Догадкиной С. Б. (комн. 32)
Тел/факс: (499) 245-04-33, тел: 708-36-83; E-mail: almanac@mail.ru*

Номер подписан в печать 21.09.2015.

Усл. п. л. 6,5. Тираж 500 экз.

Отпечатано ИП Скороходов В.А.

111401, г. Москва, ул. 3-я Владимирская, 11-18