

**Российская академия образования
Институт возрастной физиологии**



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 2-4(58) 2019

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., Москва, РФ

(ответственный секретарь)

Морозова Л.В., д.б.н., проф.,

Архангельск, РФ

Лях В.И., д.б.н., проф.,

Краков, Польша

Криволапчук И.А., д.б.н.

Москва, РФ

Курганский А.В., д.б.н.

Москва, РФ

Губарева Л.Н., д.б.н.,

Ставрополь, РФ

Параничева Т.М., к.б.н.,

Москва, РФ

Адамовская О.Н., к.б.н.,

Москва, РФ

Филиппова Т.А., к.б.н.,

Москва, РФ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО,

Москва, РФ

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Москва, РФ

Мачинская Р.И., д.б.н., член-корр. РАО

Москва, РФ

Сонькин В.Д., д.б.н., проф.

Москва, РФ

Тамбовцева Р.В., д.б.н., проф.,

Москва, РФ

Айзман Р.И., д.б.н., проф.

Новосибирск, РФ

Сельверова Н.Б., д.м.н., проф.

Москва, РФ

Князева М.Г., д.б.н.,

Женева, Швейцария

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.

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,
2019, № 2-4(58). 94 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВОЕ ОБУЧЕНИЕ

- ВЛИЯНИЕ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ, ВЫПОЛНЯЕМОЙ НА ПЛАНШЕТЕ И НОУТБУКЕ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ И ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ 9 ЛЕТ**
Догадкина С.Б., Ермакова И.В., Кмить Г.В., Рублева Г.В. 5
- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ В РЕЖИМЕ ДНЯ ПЯТИКЛАССНИКОВ**
Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н., Шибалова М.С.23
- ВЛИЯНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИХ ОБРАЗА ЖИЗНИ**
Макеева А.Г. 29

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

- ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ХАНТЫ МАНСИЙСКОГО АО ПО АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**
Вершубская Г.Г., Козлов А.И. 37
- ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В ПЕРИОД РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА НА ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ДО ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА**
Кошко Н.Н., Блинова Н.Г. 46
- АЛГОРИТМ ОПЕРАТИВНОГО И ТЕКУЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ДЕВОЧЕК–ПОДРОСТКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**
Зайцева, Г.А., Криволапчук И.И., Чичерин, В.П. 61

ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА

- ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ КОЖИ НА ЛОКАЛЬНЫЕ ХОЛОДОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ У ДЕВОЧЕК-СПОРТСМЕНОК 13–16-ЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА**
Орлова Н.И., Васильева Р.М., Колесов А.Д.
Пронина Т.С., Сонькин В.Д. 71

**ТЕРМОВЕГЕТАТИВНАЯ РЕАКЦИЯ КОЖИ НА КРАТКОВРЕМЕННЫЕ
ХОЛОДОВЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ У МАЛЬЧИКОВ 13-16 ЛЕТ,
ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМ ПЛАВАНИЕМ**

Пронина Т.С., Орлова Н.И, Сонькин В.Д.,
Войтенко Ю.Л., Колесов А.Д. 79

**ИНФОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ В СТРУКТУРЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНИКОВ 9-14 ЛЕТ**

Чернова М.Б., Баранцев С.А.,
Герасимов М.М., Савушкина Е.В. 87

ЦИФРОВОЕ ОБУЧЕНИЕ

ВЛИЯНИЕ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ, ВЫПОЛНЯЕМОЙ НА ПЛАНШЕТЕ И НОУТБУКЕ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ И ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ 9 ЛЕТ

С.Б. Догадкина¹, И.В. Ермакова,

Г.В. Кмить, Л.В. Рублева

ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Методами спектрального и временного анализа вариабельности сердечного ритма, электрокардиографии, измерения артериального давления и частоты сердечных сокращений, иммуноферментного анализа обследовано 40 школьников 9 лет.

Показано, что тест «таблицы Шульте» вызывал 2 типа реакции по направленности изменения концентрации кортизола: повышение (I тип реакции) или понижение (II тип реакции) уровня гормона как при работе на ноутбуке, так и при работе на планшете.

При работе на планшете и ноутбуке с разной степенью выраженности отмечено увеличение симпатической активности (мощность низкочастотных колебаний) и снижение парасимпатической активности, значительное снижение коэффициента кросс-корреляционной синхронизации. Выполнение теста на ноутбуке не приводит к значимым изменениям показателей спектрального и временного анализа вариабельности сердечного ритма, отмечается стабильность кросс-корреляционной синхронизации сердечного ритма и ритма дыхания.

При выполнении теста на планшете выявлен комплекс изменений показателей центрального отдела сердечно-сосудистой системы, который заключался в существенном возрастании систолического и диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений, снижении ударного объема крови, характеризующий напряжение адаптации системы кровообращения к умственной деятельности. Умственная деятельность при работе на ноутбуке не сопровождалась существенными изменениями параметров центрального отдела сердечно-сосудистой системы и, следовательно, краткосрочная адаптация системы кровообращения носила благоприятный характер.

Ключевые слова: дети, адаптация, планшет, ноутбук, вегетативная нервная система, вариабельность сердечного ритма, биоэлектрические функции миокарда, артериальное давление, ударный объем крови, кортизол

Influence of mental load during using a tablet or a computer on the cardiovascular and endocrine systems in 9-year-old children. *The paper presents the study of 40 8-year-old students conducted with the help of spectral and temporal analysis of heart rate variability, electrocardiography, measurement of blood pressure and heart rate, and enzyme-linked immunosorbent assay.*

It was shown that the Schulte table test induced 2 types of reactions depending on

Контакты: ¹Догадкина С.Б. - E-mail: <almanac@mail.ru>

cortisol concentration: hormone increase (type I reaction) or hormone decrease (type II reaction) both when using a laptop or a tablet.

Participants using a tablet and a laptop demonstrated an increase in sympathetic activity (power of low-frequency vibrations) and a decrease in parasympathetic activity of various strength, and a significant decrease in the cross-correlation synchronization coefficient. The test performed on a laptop does not lead to significant changes in the spectral and temporal analysis of heart rate variability; there is noted stability between the cross-correlation synchronization of heart rate and the rhythm of breathing.

When performing a test on a tablet, an array of changes in the indices of the central cardiovascular system was revealed. It consisted in a significant increase in systolic and diastolic blood pressure, heart rate, and decrease in stroke volume, which characterizes the adaptation tension of the circulatory system to mental activity. Mental activity when using a laptop was not accompanied by significant changes in the parameters of the central zones of the cardiovascular system and, therefore, the short-term adaptation of the circulatory system was beneficial.

Keywords: *children, adaptation, tablet, laptop, autonomic nervous system, heart rate variability, myocardial bioelectric functions, blood pressure, stroke volume of blood, cortisol.*

В современном мире информационные технологии стали неотъемлемой частью повседневной жизни. Электронные устройства приобрели большую популярность у детей и подростков благодаря своей универсальности и многофункциональности [11; 25]. Наиболее часто используемыми гаджетами являются смартфоны, планшеты и ноутбуки [47]. Обычно дети на планшете играют в компьютерные игры, смотрят видео, выполняют домашнее задание [34]. Внедрение электронных устройств в образовательные технологии безусловно сделает учебный процесс более привлекательным и интересным, повысит мотивацию и самостоятельность учащихся, поможет учителям создать интерактивную среду обучения [25; 30; 36; 37]. Однако наших знаний о влиянии электронных устройств на функциональное состояние детей и подростков в ходе обучения ещё слишком мало. В основном проводились гигиенические исследования, направленные на регламентацию деятельности учащихся при работе на ноутбуке и планшете [9; 20]. Между тем известно, что под влиянием компьютеризированного варианта когнитивного задания увеличивается частота сердечных сокращений и концентрация гормонов [45].

Практически отсутствуют данные о реакции системы кровообращения школьников на умственную нагрузку при работе на различных гаджетах.

В исследованиях, проведенных в этом направлении, изучались отдельные аспекты адаптивных изменений в сердечно-сосудистой системе [7; 19; 21; 26; 32; 39].

Результаты изучения влияния умственной нагрузки на центральную гемодинамику школьников разного возраста противоречивы. Согласно данным одних авторов, умственная нагрузка вызывает повышение артериального давления, частоты сердечных сокращений, сердечного выброса [19; 21; 43; 45; 46], по данным других – снижение указанных параметров [2; 14].

Проведенное изучение влияния работы на компьютере, планшете, смартфоне на артериальное давление и частоту пульса у детей и подростков [39; 42] показало, что при длительном использовании гаджетов (более 2-х часов в день в течение 7 дней) диастолическое артериальное давление повышалось, также выявлено учащение сердечного ритма. Повышение диастолического артериального давления и частоты пульса авторы связывают со статическим напряжением (существенным напряжением мышц спины и плечевого пояса), вызывающим сужение артерий.

Наиболее закономерной реакцией биоэлектрических характеристик миокарда является уменьшение длительности интервалов RR, PQ и QT, а также увеличение амплитуды зубца P [6; 10; 16].

В ряде работ [23; 35 и др.] показано неблагоприятное влияние работы на цифровых устройствах на состояние вегетативной нервной системы, в том числе субъективный дискомфорт (астения, головокружения) и активация симпатического отдела вегетативной нервной системы, что свидетельствует о стрессовой реакции детей школьного возраста в ответ на систематические занятия за компьютером. Хронический стресс ухудшает реакцию вегетативной нервной системы на когнитивные нагрузки.

Воздействие факторов, возникающих при занятиях за компьютером, приводит к развитию вегетативного дисбаланса, В группе повышенного риска находятся дети, приступившие к систематическим занятиям за компьютером до 11 лет

Mugind L et al., [41] выявили влияние среды на состояние вегетативной нервной системы. В частности, тонус блуждающего нерва существенно снижается на уроке при выполнении тестовых заданий на компьютере в сравнении с таковым в естественных условиях обитания ребенка.

Частотно-временные показатели вариабельности сердечного ритма (BCP) часто используются в качестве маркеров симпато-парасимпатического баланса. Однако, было показано, что они ухудшаются из-за индивидуальной или зависящей от задачи изменчивости, и особенно связаны с изменениями частоты дыхания. Временное снижение частоты дыхания показало смещение классических индексов BCP, в то время как в большинстве работ постоянно демонстрирует ожидаемое снижение индекса HFnu с когнитивным стрессом в обеих группах и во всех когнитивных задачах [28] Показано также значительное влияние исходного вагусного тонуса на подавление блуждающего нерва [24; 44].

Тесная взаимосвязь между функционированием дыхательной и сердечно-сосудистой систем была установлена S. Hales (1677–1761), который первым заметил, что пульс изменяется в зависимости от акта дыхания. В 1847 году фотограф C. Ludwig (1816–1895) записал респираторную синусовую аритмию. Вдох увеличивал частоту сердечных сокращений, выдох замедлял ее [цит. по 3]

Оценка когерентности спектральной мощности (кросскорреляционных отношений ЧСС и ЧД в частотной области) имеет целый ряд преимуществ. Главное из них — спектральные характеристики, позволяющие избирательно анализировать взаимосвязь (когерентность) между длительностью дыхательного цикла и высокочастотным (HF) компонентом BPC. С точки зрения системного подхода десинхронизация кардиореспираторных отношений является одним из признаков, позволяющих диагностировать состояние дезадаптации (предболезни). В частности,

К. В. Судаков и Е. А. Юматов [22], исследуя кросскорреляционные отношения ЧСС — ЧД при психоэмоциональном стрессе, обнаружили связь изменений коэффициентов корреляции частоты сердцебиений и дыхания с характером достижения субъектами адаптивных результатов. Высокие кросскорреляционные соотношения ВРС/ВДДЦ наблюдаются у лиц, достигших хороших результатов на производстве, успешно обучающихся в учебных заведениях, у спортсменов, показывающих стабильно высокие результаты.

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования явилась оценка характера краткосрочной адаптации сердечно-сосудистой, автономной нервной и эндокринной систем организма младших школьников к умственной нагрузке, выполняемой на планшете и компьютере.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании проводившимся в апреле-мае 2019 года приняли участие 40 учащихся 2 класса: 20 мальчиков и 20 девочек. Возраст испытуемых – 9 лет (среднее значение $8,90 \pm 0,06$ лет); средний рост – $133,30 \pm 0,91$ см; средний вес – $32,03 \pm 1,32$ кг.

В ходе исследования учащиеся выполняли тест «таблицы Шульте» на разных электронных устройствах: ноутбук hp rtl8723be (экран 15,6 дюйма, разрешение 1366x768 пикселей, светодиодная подсветка с технологией LED) и планшет iPad 3 (экран 9,7 дюйма, разрешение 2048x1536 пикселей при 264 ppi, светодиодная подсветка с технологией IPS).

На экране электронного устройства предъявлялась таблица с расположенными случайным образом от 1 до 25 числами. Испытуемые последовательно находили числа от 1 до 25, отмечая их с помощью компьютерной «мыши» на ноутбуке или нажимая пальцем на сенсорный экран планшета. В случае правильного выбора предъявлялась следующая таблица. Время выполнения задания составляло 5 минут.

Реакцию эндокринной системы учащихся на тестовое задание, выполняемое на различных электронных устройствах, оценивали по концентрации кортизола в нестимулированной слюне, которую собирали пластиковые одноразовые пробирки до и после теста, а также после 15-минутного восстановительного периода. Пробы слюны до проведения анализа хранили в морозильной камере при температуре -20° С. Уровень кортизола в слюне определяли иммуноферментным методом (ИФА), используя стандартные диагностические наборы фирмы DRG. Оптическую плотность и значения концентрации гормона определяли с помощью набора реагентов фирмы DRG на ИФА-анализаторе «StatFax 2100» и выражали в нг/мл. Все анализы были сделаны в соответствии с протоколом наборов, контрольные показатели были в рамках принятых пределов.

Эмоциональное состояние учащихся до и после теста определяли по шкале Ликерта (от 1 балла – совсем не волнуюсь до 5 баллов – очень сильно волнуюсь). Личностную тревожность оценивали с помощью шкалы явной тревожности СМАС (адаптация А.М. Прихожан).

Состояние вегетативной нервной системы оценивали по частотно-временным показателям вариабельности сердечного ритма. Для оценки симпато-

парасимпатического баланса использовали отношение мощностей низкочастотного и высокочастотного диапазонов спектра (коэффициент LF/HF) [31; 40].

Проводилась параллельная регистрация сердечного ритма и дыхания в покое и во время выполнения когнитивного теста. При проведенном анализе рассчитывали показатель кардиореспираторной синхронизации [13].

Состояние центрального отдела сердечно-сосудистой системы оценивали по показателям систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления, пульсового давления (ПД), частоте сердечных сокращений (ЧСС), ударного (УО) и минутного объемов кровообращения (МОК). Давление и частота пульса измерялись с помощью цифрового аппарата AND модель UA-777 (Япония) с использованием детской манжеты. Пульсовое давление определяли по формуле $ПД = САД - ДАД$. Ударный объем вычисляли по модифицированной формуле Старра для детей 8-14 лет [18] $УО = 80 + 0,5 \times ПД - 0,6 \times Д$ д. - 2 x возраст. МОК определяли по формуле: $МОК = УО \times ЧСС$.

Возбудимость и проводимость миокарда изучались с помощью метода электрокардиографии. Амплитуда и длительность зубцов ЭКГ определялись в 12 отведениях, длительность интервалов ЭКГ определялась по данным II стандартного отведения.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерного пакета программы «Statistica 6.0» и «SPSS 23». Для проверки статистических гипотез исследования использовался t-тест Стьюдента для независимых и попарно сопряженных выборок, ANOVA. Оценку тесноты статистической связи между показателями осуществляли с помощью корреляционного анализа (коэффициент Пирсона). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении реакции сердечно-сосудистой, вегетативной нервной и эндокринной систем на выполнение теста «таблицы Шульте» было установлено, что мальчики статистически значимо не отличались от девочек, что позволило объединить их в одну группу.

Попарное сравнение уровня кортизола до и после теста, выполненного на ноутбуке и планшете, выявило статистически значимое различие между изучаемыми показателями ($p = 0,011$ – ноутбук; $p = 0,013$ – планшет).

На рисунке 1 представлена динамика содержания кортизола в слюне у детей с разным типом реакции на тест «таблицы Шульте», выполненный на ноутбуке и планшете. С помощью индивидуального анализа направленности изменения концентрации кортизола (δ , %) установили, что тест «таблицы Шульте» вызывал повышение уровня гормона у 30,77% детей при работе на ноутбуке и у 38,46% - на планшете, в среднем на $12,54 \pm 3,09$ % и $13,60 \pm 2,09$ %, соответственно (I тип реакции). II тип реакции – понижение уровня кортизола - выявлен у 69,23 % детей при работе на ноутбуке и у 61,54 % – на планшете, в среднем на $-15,71 \pm 2,15$ % и $-17,23 \pm 2,29$ %, соответственно. Исходный уровень кортизола у детей с I типом реакции оказался ниже, чем со II типом, но различия были статистически значимы только при работе на планшете ($p = 0,018$). Обнаружена отрицательная корреляционная связь между уровнем гормона до теста и его приростом после задания в

группе детей со II типом реакции ($r=-0,42$ – ноутбук и $r=-0,64$ – планшет; при $p<0,01$). Установлено, что дети со II типом реакции при работе на ноутбуке имели больший уровень личностной тревожности по сравнению с испытуемыми I-го типа реакции ($p=0,022$). Это согласуется с данными Maksimenko с соавторами [38], которые выявили связь скорости обработки информации при выполнении теста «таблицы Шульте» с личностными особенностями испытуемых [38]. Примечательно, у 15,38 % и 46,15 % детей выявлен один и тот же тип реакции (I или II, соответственно) при работе на разных электронных устройствах.

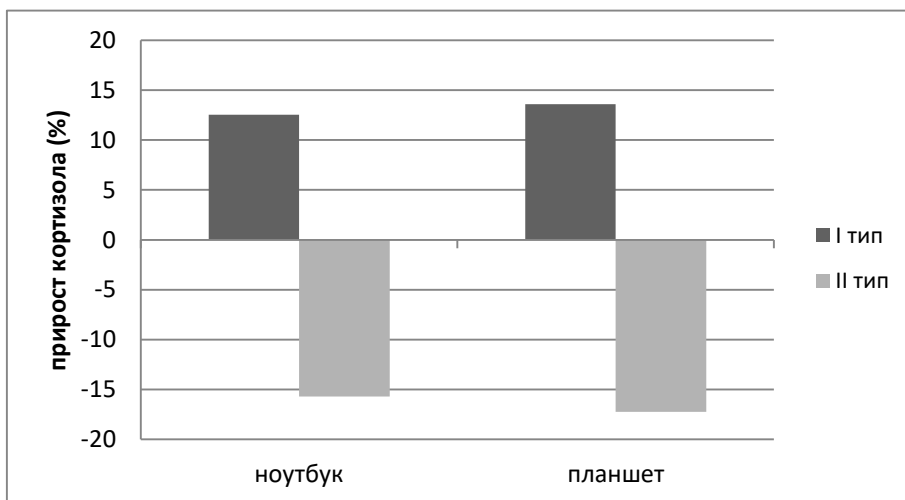


Рис. 1. Динамика прироста концентрации кортизола у детей в зависимости от типа реакции на тест «таблицы Шульте», выполненный на разных электронных устройствах.

В целом по группе установлено, что среднее время выполнения теста на ноутбуке было статистически значимо больше, чем на планшете ($54,22\pm 2,82$ сек. против $47,93\pm 2,16$ сек.; $p=0,039$). Аналогичную картину наблюдали у детей со II типом реакции на тест ($55,05\pm 3,36$ сек. против $45,94\pm 2,44$ сек.; $p=0,037$), у детей с I типом реакции среднее время выполнения теста на разных электронных устройствах было примерно одинаково. Корреляционный анализ позволил установить положительную связь между эмоциональным состоянием детей до теста и средним временем выполнения задания на планшете ($r=0,44$; $p=0,01$). Эмоциональное состояние испытуемых до теста зависело от того, каким по счёту был сеанс работы на ноутбуке ($F(3, 35)=8,77$; $p=0,001$) и планшете ($F(3, 29)=4,71$; $p=0,008$), т.е. первым или последующим.

Индивидуальный анализ направленности изменения концентрации кортизола (δ , %) после 15-минутного периода восстановления показал (рис.2), что у подавляющего большинства детей (63,16 % и 71,79 %) после выполнения теста на ноутбуке и на планшете, вне зависимости от типа реакции на задание, происходило снижение уровня гормона в среднем на $-14,41\pm 2,40$ % и $-10,69\pm 1,37$ % (I группа).

Меньшее число детей (36,84 % и 28,21 %) показало повышение концентрации кортизола в среднем на $36,88 \pm 11,14$ % после работы на ноутбуке и $15,13 \pm 6,13$ % – на планшете (II группа).

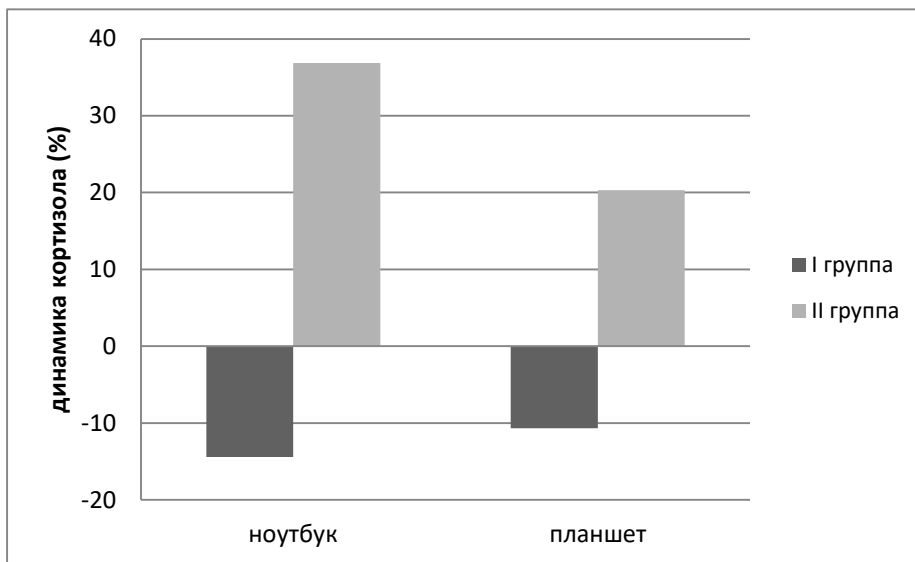


Рис. 2. Динамика изменения концентрации кортизола у детей после 15-минутного периода восстановления после теста «таблицы Шульте», выполненного на разных электронных устройствах.

Тест «таблицы Шульте» широко применяется при изучении особенностей внимания детей и подростков [1; 4; 8; 12; 15], а кортизол в слюне является физиологическим маркером, который может быть успешно измерен в условиях школы [27]. Выполнение когнитивного задания как на ноутбуке, так и на планшете у 30-40 % детей вызывало повышение уровня кортизола в слюне примерно на 12-14 %, что согласуется с данными, полученными с помощью компьютеризированного теста на сложение и вычитание у взрослых [45]. Однако большая часть детей проявила гипореактивность эндокринной системы, что подтверждается данными Gupta с соавторами [29], которая объясняется активацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси до теста (т.е., упреждающее возбуждение), связанной с плохой регуляторной способностью или влиянием инициации полового созревания на стресс-реактивность младших детей.

Спектральный и временной анализ вариабельности сердечного ритма у детей 9 лет не выявил значимых половых различий в значениях исследованных показателей, в связи с чем оценка реакции вегетативной регуляции сердечного ритма проводилось в общей группе. Данные временного и спектрального анализов ВРС представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма у учащихся 9 лет в покое и во время выполнения когнитивного теста на цифровых устройствах (M±m)

	Состояние	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF n.u.	HF n.u.	LF/HF n.u.
планшет	покой	4855,5 ±369,9	1427,2± 134,9	1374,8 ±112,5	2076,7± 199,3	44,278±3 ,138	55,72±2, 13	0,899 ±0,18
	работа	3834,8* ±423,3	1176,7 ±283,1	1318,9 ±170,1	1339,3* ±170,1	53,435 ±3,6	46,56* ±2,0	1,335* ±0,6
ноутбук	покой	3977,4 ±270,3	1342,3 ±303,2	1127,4 ±96,2	1529,7 ±287,2	45,42 ±2,0	52,82 ±2,0	1,188 ±0,3
	нагрузка	3215,8 ±570,8	840,7 ±188,2	1029,8 ±251,1	1345,3 ±89,1	49,965 ±2,4	50,035 ±2,4	1,146 ±0,18

Примечание: * – обозначены достоверные различия по сравнению с состоянием относительного покоя.

Выполнение когнитивного теста (тест Шульте) на планшете и ноутбуке привело к изменению состояния вегетативной нервной системы у детей 9 лет, а именно, к снижению плотности общей мощности спектра (TP, SDNN), сдвигу вегетативной нервной системы в сторону симпатических влияний (увеличение показателя LF/HF). При работе на планшете с разной степенью выраженности отмечено увеличение симпатической активности (мощность низкочастотных колебаний) и снижение парасимпатической активности (мощность высокочастотных колебаний, RMSSD, рNN50 %) (Табл. 1, 2.).

Таблица 2

Показатели временного анализа variability сердечного ритма у учащихся 9 лет в покое и во время выполнения когнитивного теста на цифровых устройствах (M±m)

Вид пробы	Состояние	R-Rmin	R-Rmax	RRNN	SDNN	RMSSD	рNN50
планшет	Покой	537,575 ±42,055	871,4 ±65,486	678,1 ±43,880	57,650 ±2,430	53,450 ±3,272	26,10 ±2,886
	работа	533,1 ±42,51	839,0 ±60,09	648,35 ±41,84	50,0* ±3,28	41,65* ±5,77	17,72* ±5,01
ноутбук	покой	540,82 ±26,7	829,72 ±38,3	667,05 ±31,8	52,37 ±4,2	47,40 ±2,5	24,10 ±4,4
	нагрузка	529,07 ±12,7	822,82 ±35,3	641,55 ±19,2	46,35 ±3,5	42,25* ±3,0	18,48* ±1,7

Примечание: * обозначены достоверные различия по сравнению с состоянием относительного покоя.

Выполнение теста на компьютере не приводит к значимым изменениям показателей спектрального и временного анализа variability сердечного ритма. Отмечено незначительное увеличение низкочастотных и снижение высокочастотных колебаний и за счет этого снижение общей плотности мощности). Временной анализ variability сердечного ритма у детей данной группы, несмотря на такую же направленность изменений RMSSD, pNN50 %, показал меньшую выраженность данных изменений (рис. 3).

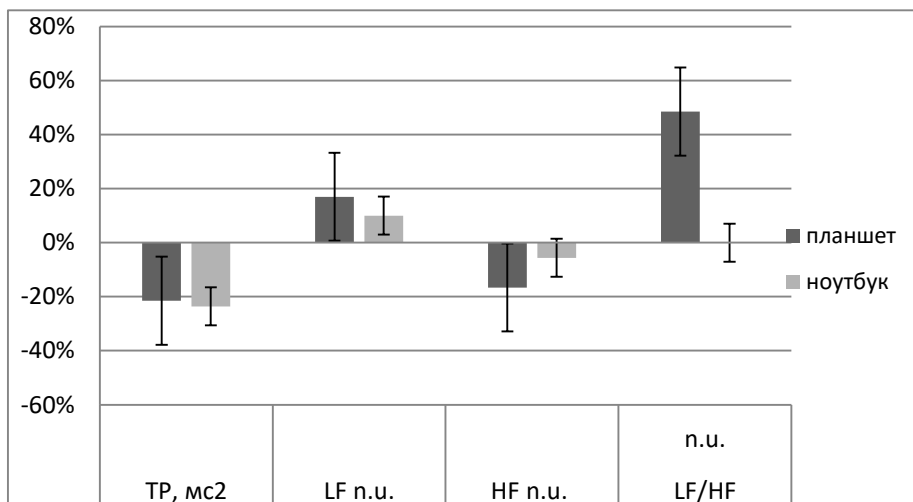


Рис. 3. Изменение показателей спектрального анализа при работе на планшете и ноутбуке у детей 9 лет.

Параллельная обработка кардиоритмограммы и пневмограммы позволяет получить информацию о степени синхронизированности работы сердечно-сосудистой и респираторной систем и выявить преобладающие механизмы регуляции физиологических процессов более достоверно по сравнению с анализом только параметров сердечного ритма. Результаты такого анализа приведены в таблице 3.

Выявлено, что в процессе выполнения задания на планшете происходит некоторое снижение частоты дыхания и существенное уменьшение коэффициента кросскорреляционной синхронизации. Работа на компьютере не вызывает изменения указанных показателей (табл. 3). На основании представленных результатов можно предположить, что наиболее благоприятной для детей 9 лет является работа на компьютере.

При напряженной регуляции необходима активация более высоких уровней управления. Это проявляется в виде ослабления кросскорреляционной синхронизации ЧСС и ЧД (снижение KRS), снижения парасимпатической активности ВНС и усиления недыхательного компонента (увеличение низкочастотных колебаний) и появление медленных волн более высоких порядков (VLF). В ситуации, когда происходит «ускользание» сердечно-сосудистой системы из-под модулирующего

влияния вегетативной нервной системы, снижается и кардиореспираторная синхронизация.

Таблица 3

Показатели дыхания и кросскорреляционной синхронизации сердечного ритма и частоты дыхания в покое и при выполнении тестового задания у детей 9 лет

проба	состояние	ЧД	KRS
планшет	покой	25,00 ±3,083	9,168 ±1,085
	нагрузка	22,3 ±4,87	6,00* ±1,085
ноутбук	покой	15,64 ±3,82	6,53 ±1,21
	нагрузка	17,769 ±	6,26 ±1,067

Примечание: * обозначены достоверные различия по сравнению с состоянием относительного покоя.

В результате проведенного исследования были получены данные о реакции центрального отдела сердечно-сосудистой системы на умственную нагрузку, выполняемую на планшете (табл. 4) и ноутбуке (табл. 5).

Таблица 4

Динамика показателей центрального отдела сердечно-сосудистой системы у школьников 9 лет под влиянием умственной нагрузки при работе на планшете

ПОКАЗАТЕЛИ						
Момент Исслед.	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ЧСС, уд/мин	ПД, мм рт.ст.	УО, мл.	МОК, л/мин
покой	92,5±	62,1±	83,6±	30,4±	40,1±	3,3±
	1,59	1,08	1,70	0,91	0,68	0,07
нагр.	98,8±	68,3±	88,0±	30,5±	36,5±	3,2±
	1,77 *	1,29 *	1,40 *	1,29	1,04 *	0,09

Примечание: * – обозначены достоверные различия по сравнению с состоянием относительного покоя.

Выявлено, что под влиянием умственной нагрузки при работе на планшете происходят существенные изменения параметров сердечно-сосудистой системы: значительно возрастают систолическое, диастолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений и снижается ударный объем крови.

Выявленное у детей существенное повышение АД, ЧСС и снижение УО вызвано усилением симпатических тонических влияний на сердечно-сосудистую систему под влиянием умственной нагрузки при работе на планшете (табл.4) и, по нашему мнению, свидетельствует о значительном напряжении механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы. Это согласуется с результатами исследований, показавших, что подобная реакция сердечно-сосудистой системы при выполнении умственной работы расценивается как стрессорная [5; 18].

Выполнение когнитивного теста на ноутбуке (табл. 5), в отличие от работы на планшете, не вызывает существенных изменений параметров центрального отдела сердечно-сосудистой системы.

Таблица 5

Динамика показателей центрального отдела сердечно-сосудистой системы у школьников 9 лет под влиянием умственной нагрузки при работе на ноутбуке

ПОКАЗАТЕЛИ						
Момент Исслед.	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ЧСС, уд/мин	ПД, мм рт.ст.	УО, мл.	МОК, л/мин
покой	93,9±	64,2±	84,9±	29,7±	38,6±	3,3±
	1,54	1,04	1,79	1,19	0,88	0,10
нагр.	97,3±	67,5±	89,5±	29,8±	36,7±	3,3±
	2,00	1,11 *	1,90	1,34	0,72	0,09

Примечание: * – обозначены достоверные различия по сравнению с состоянием относительного покоя.

Отмечено лишь возрастание диастолического артериального давления. Выраженность увеличения ДАД при работе на ноутбуке была в 2 раза меньше, чем при работе на планшете (5 % и 10 % соответственно).

В результате проведенного исследования были получены данные о динамике биоэлектрических параметров миокарда в ответ на умственную нагрузку, выполняемую на планшете (табл. 6) и ноутбуке (табл. 7).

Таблица 6

Изменения основных биоэлектрических параметров ЭКГ при выполнении работы на планшете у детей 9 лет ($M \pm m$)

Состояние	Показатели					
	RR, с	PQ, с	QT, с	P, мм	R, мм	T, мм
Покой	0,684±	0,125±	0,354±	1,205±	10,525±	3,322±
	0,0142	0,0019	0,0029	0,0659	0,4779	0,1684
Нагрузка	0,660*±	0,127±	0,352±	1,265±	10,312±	3,277±
	0,0098	0,0020	0,0027	0,0581	0,4573	0,1457

Примечания: интервалы представлены по данным II стандартного отведения, * – достоверность различий по сравнению с покоем.

Таблица 7

Изменения основных биоэлектрических параметров ЭКГ при выполнении работы на ноутбуке у детей 9 лет ($M \pm m$)

Состояние	Показатели					
	RR, с	PQ, с	QT, с	P, мм	R, мм	T, мм
Покой	0,674±	0,125±	0,351±	1,192±	10,367±	3,270±
	0,0158	0,0021	0,0032	0,0620	0,4794	0,1769
Нагрузка	0,653*±	0,128±	0,351±	1,257±	10,395±	3,300±
	0,0129	0,0021	0,0033	0,0617	0,5030	0,1652

*Примечания: интервалы представлены по данным II стандартного отведения, * – достоверность различий по сравнению с покоем.*

Достоверных различий в динамике биоэлектрических параметров ЭКГ при работе на планшете и ноутбуке выявлено не было. Под влиянием умственной нагрузки отмечено достоверное укорочение длительности сердечного цикла и некоторое увеличение амплитуды зубца Р. Данные адаптационные изменения обусловлены активизацией симпатического отдела автономной нервной системы в ответ на нагрузку и могут быть расценены как благоприятные. Изменения носили умеренный характер и в течение 3 минут после нагрузки возвращались к исходному уровню.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тест «таблицы Шульте», выполненный на разных электронных устройствах, оказывает существенное влияние на функциональное состояние учащихся 2 класса. Среднее время выполнения когнитивного задания на ноутбуке статистически значимо больше, чем на планшете.

Установлено отсутствие половых различий реакции эндокринной системы на тест. В зависимости от направленности изменения концентрации кортизола в слюне при выполнении теста на обоих электронных устройствах выявлено два типа реакции: первая – повышение активности эндокринной системы, вторая – понижение. У большинства детей после 15-минутного восстановительного периода происходило снижение уровня кортизола, а у трети испытуемых, наоборот, концентрация гормона повышалась, более выражено после работы на ноутбуке по сравнению с планшетом.

Выявлен комплекс изменений показателей центрального отдела сердечно-сосудистой системы, характеризующий напряжение адаптации системы кровообращения к умственной деятельности при работе на планшете. Комплекс изменений параметров системы кровообращения заключался в существенном возрастании систолического и диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений, снижении ударного объема крови. При этом со стороны вегетативной нервной регуляции сердечного ритма отмечено усиление низкочастотных колебаний ВРС, снижение парасимпатической активности. Данную реакцию сердечно-сосудистой системы при выполнении умственной работы на планшете мы расцениваем как стрессорную. Умственная деятельность при работе на ноутбуке

не сопровождалась существенными изменениями параметров центрального отдела сердечно-сосудистой системы и, следовательно, краткосрочная адаптация системы кровообращения носила благоприятный характер. Об этом же свидетельствует стабильность кросс-корреляционной синхронизации сердечного ритма и ритма дыхания в процессе работы на ноутбуке.

Умственная деятельность при работе как на компьютере, так и на планшете, сопровождалась умеренными и закономерными изменениями параметров ЭКГ и, следовательно, краткосрочная адаптация системы кровообращения носила благоприятный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баркова В.Л. Общепсихологический анализ нарушений внимания у подростков // Электронный научно-образовательный Вестник «Здоровье и образование в XXI веке». – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 48-54.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28307725>

2. Васильева Т.И. Индивидуальные особенности адаптационных реакций школьников в условиях работы с персональным компьютером: автореф. дисс. ... к.б.н. – Самара, 2006. – 20с.

3. Даниченко М. Ю., Мельник О В., Михеев А.А., Шувалов П. Л. Соломаха В.Н. Оценка синхронизированности деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма

URL: <https://meduniver.com/medical/profilaktika/1628.html> meduniver

4. Дашиева Д.А. Психофизиологические показатели девушек в зависимости от влияния электромагнитного излучения техногенного происхождения // Мат. конфер. Состояние здоровья: медицинские, психолого-педагогические и социальные аспекты. Чита, 23-29 апреля 2018. С. 67-74.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35563984>

5. Демидов В.А., Мальцев Д. Н., Мавлиев Ф.А. Влияние повышенной двигательной активности на кардиогемодинамическую устойчивость подростков в условиях напряжённой информационной нагрузки//Физиология человека, 2008. – Т. 34. – №4. – С. 133-140 Киберленка

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pryamaya-registratsiya-subektivnogo-sostoyaniya-cheloveka>,

6. Кириленко А.А. Деятельность сердца детей младшего школьного возраста при умственной нагрузке: Автореф. дис. канд. биол. наук / А.А. Кириленко – М., 1968. – 21 с.

7. Кмить Г.В., Рублёва Л.В., Крысюк О.Н. Развитие центрального звена системы кровообращения // Физиология развития ребёнка: руководство по возрастной физиологии/ под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.- Воронеж: МПСИ, 2010. – С. 437-482

8. Кожемов А.А., Коноплева А.Н. Повышение эффективности психофизического развития учащихся 1-8 классов на уроках физической культуры в условиях применения игры питербаскет // Физическая культура, спорт – наука и практика. 2014. № 2. С. 30-33. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21819479>

9. Кучма В.Р., Степанова М.И., Сазанюк З.И., Поленова М.А., Александрова И.Э., Березина Н.О., Макарова А.Ю. Гигиеническая оценка влияния учебных занятий с использованием электронных планшетов на функциональное состояние учащихся // Сеченовский вестник. – 2015. – Т. 21, № 3. С. 35–42.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37263858>

10. Ларионова Е.Л. Некоторые особенности срочной адаптации организма спортсменов к стрессовой нагрузке

URL: www.usru.yar.ru. – 2006.

11. Максимов А.С., Мануйлова Л.М. Диагностика влияния рисков интернет-пространства при использовании школьниками старшего подросткового возраста гаджетов // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2018. – Т. 31, № 1. – С. 94-100.

DOI: <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2018.31.94>

12. Мереченкова И.В., Догадина С.В., Чернышева Г.А. Профилактика утомления обучающихся в школе // Здоровье и образование в XXI веке. – 2014. – Т. 16, № 4. – С. 202-205.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22600149>

13. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново: Иван. Гос. Мед. академия, 2002. – 290 с.

14. Потапов А.В., Васильев Ю.Б. Эмоциональное напряжение в условиях профессионально-психологического обследования // Физиология человека. – 1998. – Том 24. – № 4. – С. 130-132

15. Разумникова О.М., Лапина Е.Ю., Вольф Н.В. Особенности структуры внимания у детей младшего школьного возраста в норме и при СДВГ // Бюллетень СО РАМН. – 2007. – Т. 125, № 3. – С. 18-24.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9587848>

16. Рашман С.М. Вегетативные функции и умственная деятельность: Автореф. дис. ... докт. мед. наук / С.М. Рашман. – М., 1987. – 47с.

17. Романцева Н.А. Модифицированная формула Старра для детей 8-14 лет.

URL: http://bono-esse.ru/blizzard/A/Fiziologija/cor_vibros.html

18. Сидоренко Г.И., Фролов А., В., Воробьев А. П. Психоэмоциональные тесты и перспективы их применения в кардиологии // Кардиология. – 2004. – № 6. – С. 59-64.

19. Сокотун С.А., Подковкин В.Г. Особенности изменений физиологических и биохимических показателей школьников разного пола при работе за компьютером // Известия Самарского научного центра Рос.акад наук. – 2009. – Т.11, №1 (4) КиберЛенинка

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-izmeneniy-fiziologicheskikh-i-biohimicheskikh-pokaza-teley-shkolnikov-raznogo-pola-pri-rabote-za-kompyuterom>

20. Степанова М.И., Сазанюк З.И., Александрова И.Э., Лапонова Е.Д., Шумкова Т.В. О гигиенической целесообразности использования ноутбука в начальной школе // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – Т. 233, № 8. – С. 27-29.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20225042>

21. Шарапов А. Н., Безобразова В. Н., Зиненко Е. С., Кмить Г. В. Краткосрочная адаптация сердечно-сосудистой системы детей 5-7 лет к умственной нагрузке // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. – № 3. – С. 1-8.
22. Юматов Е.А. Прямая регистрация субъективного состояния человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. 17, № 4. – С.187-192.
23. al Abdi RM, Alhitary AE, Abdul Hay EW, Al-Bashir AK Objective detection of chronic stress using physiological parameters//med biol eng comput. 2018 dec;56(12):2273-2286. Doi: 10.1007/s11517-018-1854-8
24. Azam MA, Ritvo P, Fashler SR, Katz J. Stressing the feedback: attention and cardiac vagal tone during a cognitive stress task // Cogn Emot. 2018 jun;32(4):867-875. Doi: 10.1080/02699931.2017.1346500.
25. Carvalho L., Ferreira M.J. Mobile devices in school in teaching / learning process – the roadmap // Proceedings of EDULEARN15 Conference (6-8 July, Barcelona, Spain). 2015. P. 4623-4634.
26. Cassidy-Bushrow AE, Johnson DA, Peters RM, Burmeister C, Joseph CLM. Time Spent on the Internet and Adolescent Blood Pressure // The Journal of School Nursing. Published online September 8 2015
27. Dimolareva M., Gee N.R., Pfeffer K., Maréchal L., Pennington K., Meints K. Measuring cortisol in the classroom with school-aged children - a systematic review and recommendations // Int. J. Environ Res Public Health. 2018. V. 15, Issue 5. 23 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15051025>
DOI: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.037>
28. Gilfriche, Arsac LM, Daviaux Y, Diaz-Pineda j, Miard B, Morellec O, André JM. Highly sensitive index of cardiac autonomic control based on time-varying respiration derived from ECG. // Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2018 sep 1;315(3):r469-r478. Doi: 10.1152/ajpregu.00057.2018. Epub 2018 may 9
29. Gunnar M.R. Wewerka S. Frenn K., Long J.D., Griggs C. Developmental changes in hypothalamus-pituitary-adrenal activity over the transition to adolescence: normative changes and associations with puberty // Development and Psychopathology. – 2009. – V. 21, № 1. – P. 69-85. DOI:10.1017/S0954579409000054.
30. Haßler B., Major L. Hennessy S. Tablet use in schools: A critical review of the evidence for learning outcomes // J. of Computer Assisted Learning. 2015. V. 32, № 2. DOI: 10.1111/jcal.12123
31. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use// Circulation. – 1996. – 93.– P.1043-1065
32. Hedman A. Effects of mental and physical stress on central haemodynamics and cardiac sympathetic nerve activity during QTY interval- sensing rate- responsive and fixed rate ventricular inhibited pacing / A. Hedman, P. Hjemdahl, R. Nordlander, H.Astrom // European Heart J., 2006. – Vol. 32. – P. 289-297
33. Hjortskov N. The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work / N. Hjortskov, D. Rissen, A.K. Blangsted // Eur. J. Appl. Physiol., 2004. – V. 92. – № 1-2. – P. 84
34. Karalar H., Sidekli S. How do second grade students in primary schools use and perceive tablets? // Universal Journal of Educational Research. – 2017. – V. 5, № 6. – P. 965-971. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050609>.

35. Kazzi C, Blackmore C, Shirbani F, Tan I, Butlin M, Avolio AP, Barin E. Effects of instructed meditation augmented by computer-rendered artificial virtual environment on heart rate variability//conf proc ieee eng med biol soc. – 2018 – jul;2018:2768-2771. Doi: 10.1109/embc.2018.8512816
36. Krumsvik R.J., Berrum E., Jones L.Ø. Everyday Digital Schooling – implementing tablets in Norwegian primary school. Examining outcome measures in the first cohort // Nordic Journal of digital literacy. – 2018. – V. 3, № 3. – P. 152-178. DOI: <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2018-03-03>
37. Major L., Haßler B., Hennessy S. Tablet use in schools: impact, affordances and considerations // In book: Handbook on Digital Learning for K-12 Schools. Chapter: 8. Editors: Ann Marcus-Quinn, Triona Hourigan. 2017. pp. 115-128. DOI: 10.1007/978-3-319-33808-8_8
38. Maksimenko V.A., Runnova A.E., Zhuravlev M.O., Protasov P., Kulanin R., Khramova M.V., Pisarchik A.N., Hramov A.E. Human personality reflects spatio-temporal and time-frequency EEG structure // PLoS One. – 2018. – V. 13, № 2. e0197642. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197642>
39. Martinez-Gomez D., BSc; Tucker J., MSc; Heelan, K. A. PhD; Welk G. J., PhD; Eisenmann J. C., PhD. Associations Between Sedentary Behavior and Blood Pressure in Young Children. Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine, 2009;163(8):724-730 [link]
40. Montano N., Ruscone T.G., Porta A. et al. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt// Circulation. – 1994. – Vol. 90, N 4. – P. 1826–1831
41. Mygind L, Stevenson MP, Liebst LS, Konvalinka I, Bentsen P Stress response and cognitive performance modulation in classroom versus natural environments: a quasi-experimental pilot study with children // Int J Environ Res Public Health. 2018 may 28;15(6). Pii: e1098. Doi: 10.3390/ijerph15061098.
42. Paradis G. Study: Too much screen time can cause high blood pressure in children, 2014
URL: <https://www.news-medical.net/news/20140507/Study-Too-much-screen-time-can-cause-high-blood-pressure-in-children.aspx>
43. Ribeiro, M.M. Diet and exercise training restore blood pressure and vasodilatory response during physiological maneuvers in obese children / M.M Ribeiro, A.G. Silva, N.S. Santos // Circulation. – 2005. – Vol, III. – P. 1915-1923.
44. Rigoni D, Morganti F, Braibanti P. The role of baseline vagal tone in dealing with a stressor during face to face and computer-based social interactions // Front Psychol. – 2017. – nov 28;8:1986. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.01986. Ecollection 2017.
45. Trico D., Fanfani A., Varocchi F., Bernini G. Endocrine and haemodynamic stress responses to an arithmetic cognitive challenge // Neuro Endocrinology Letters. – 2017. – V. 38, № 3. – P. 182-186.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28759186>
46. Verhaaren, H.A. Cardiovascular reactivity in isometric exercise and mental arithmetic in children /H.A.Verhaaren, R.M.Schieken, P.Schwartz // J. Appl. Physiol., 1994. – Vol. 76. – №1. – P. 146-150

47. Wahyuni A.S., Sianaan F.B., Arfa M., Alona I., Nerdy N. The relationship between the duration of playing gadget and mental emotional state of elementary school students // Open Access. Maced. J. Med. Sci. 2019. V. 7, № 1. P. 148-151.

REFERENCES

1. Barkova V.L. Obshepsixologicheskij analiz narusheniï vnimaniya u podrostkov // E`lektronny`j nauchno-obrazovatel`ny`j Vestnik «Zdorov`e i obrazovanie v XXI veke». – 2016. – T. 19, № 1. – S. 48-54.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28307725>

2. Vasil`eva T.I. Individual`ny`e osobennosti adaptacionny`x reakcij shkol`nikov v usloviyax raboty` s personal`ny`m komp`yuterom: avtoref. Diss. K.b.n. –Samara, 2006. – 20 s.

3. Danichenko M. Yu., Mel`nik O V., Mixeev A.A., Shuvalov P. L. Solomaxa V.N. Ocenka sinxronizirovannosti deyatel`nosti serdechno-sosudistoj i dy`xatel`noj sistem organizma/

URL: <https://meduniver.com/medical/profilaktika/1628.html> meduniver

4. Dashieva D.A. Psixofiziologicheskie pokazateli devushek v zavisimosti ot vliyaniya e`lektromagnitnogo izlucheniya tehnogennogo proisxozhdeniya // Mat. konfer. Sostoyanie zdorov`e: medicinskie, psixologo-pedagogicheskie i social`ny`e aspekty`. Chita, 23-29 aprelya 2018. S. 67-74.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35563984>

5. Demidov V.A., Mal`cev D. N., Mavliev F.A. Vliyanie pov`shennoj dvigatel`noj aktivnosti na kardiogemodinamicheskuyu ustojchivost` podrostkov v usloviyax napryazhionnoj informacionnoj nagruzki // Fiziologiya cheloveka. – 2008. – T. 34. – №4. – S. 133-140 Kiberleninka:

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pryamaya-registratsiya-subektivnogo-sostoyaniya-cheloveka>.

6. Kirilenko A.A. Deyatel`nost` serdca detej mladshhego shkol`nogo vozrasta pri umstvennoj nagruzke: Avtoref. dis. kand. biol. nauk / A.A. Kirilenko. – M., 1968. – 21 s.

7. Kmit` G.V., Rublyova L.V., Kry`syuk O.N. Razvitie central`nogo zvena sistemy` krovoobrashheniya // Fiziologiya razvitiya rebyonka: rukovodstvo po vozrastnoj fiziologii/ pod red. M.M. Bezrukix, D.A. Farber. – M.- Voronezh: MPSI, 2010. – S. 437-482.

8. Kozhemov A.A., Konopleva A.N. Povy`shenie e`ffektivnosti psixofizicheskogo razvitiya uchashhixsya 1-8 klassov na urokax fizicheskoy kul`tury` v usloviyax primeneniya igry` piterbasket // Fizicheskaya kul`tura, sport – nauka i praktika. – 2014. – № 2. – S. 30-33.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21819479>

9. Kuchma V.R., Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Polenova M.A., Aleksandrova I.E., Berezina N.O., Makarova A.Yu. Gigienicheskaya ocenka vliyaniya uchebny`x zanyatij s ispol`zovaniem e`lektronny`x planshetov na funkcional`noe sostoyanie uchashhixsya // Sechenovskij vestnik. – 2015. – T. 21, № 3. – S. 35-42.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37263858>

10. Larionova E.L. Nekotory`e osobennosti srochnoj adaptacii organizma sportsmenov k stressovoj nagruzke / E.L. Larionova, A.D. Vikulov. – 2006.

URL: www.yspu.yar.ru

11. Maksimov A.S., Manujlova L.M. Diagnostika vliyanija riskov internet-prostranstva pri ispol`zovanii shkol`nikami starshego podrostkovogo vozrasta gadzhetov // Nauka o cheloveke: gumanitarny`e issledovaniya. 2018. T. 31, № 1. S. 94-100.

DOI: <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2018.31.94>

12. Merechenkova I.V., Dogadina S.V., Cherny`sheva G.A. Profilaktika utomleniya obuchayushhixsya v shkole // Zdorov`e i obrazovanie v XXI veke. – 2014. – T. 16, № 4. – С. 202-205.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22600149>

13. Mixajlov V.M. Variabel`nost` ritma serdca: opy`t prakticheskogo primeneniya. – Ivanovo: Ivan. Gos. Med. akademiya, 2002. – 290 s.

14. Potapov A.V., Vasil`ev Yu.B. E`mocional`noe napryazhenie v usloviyax professional`no-psixologicheskogo obsledovaniya//Fiziologiya cheloveka, 1998. – Tom 24. – №4. – S. 130-132.

15. Razumnikova O.M., Lapina E.Yu., Vol`f N.V. Osobennosti struktury` vnimaniya u detej mladshego shkol`nogo vozrasta v norme i pri SDVG // Byulleten` SO RAMN. – 2007. – T. 125, № 3. – S. 18-24.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9587848>

16. Rashman S.M. Vegetativny`e funkcii i umstvennaya deyatel`nost: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk / S.M. Rashman. – M., 1987. – 47s.

17. Romanceva N.A. Modificirovannaya formula Starra dlya detej 8-14 let.

URL: http://bono-esse.ru/blizzard/A/Fiziologija/cor_vibros.html

18. Sidorenko G.I., Frolov A., V., Vorob`yov A. P. Psixoe`mocional`ny`e testy` i perspektivy` ix primeneniya v kardiologii // Kardiologiya. – 2004. – №6. – S. 59-64.

19. Sokotun S.A., Podkovkin V.G. Osobennosti izmenenij fiziologicheskix i bioximicheskix pokazatelej shkol`nikov raznogo pola pri rabote za komp`yuterom // Izvestiya Samarskogo nauchnogo ce6ntra Ross.akad nauk, 2009, t.11, №1 (4) Kiber-Leninka

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-izmeneniy-fiziologicheskix-i-bioximicheskix-pokaza-teley-shkolnikov-raznogo-pola-pri-rabote-za-kompyuterom>

20. Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Aleksandrova I.E`., Laponova E.D., Shumkova T.V. O gigenicheskoj celesoobraznosti ispol`zovaniya noutbuka v nachal`noj shkole // Zdorov`e naseleniya i sreda obitaniya. – 2012. – T. 233, № 8. – S. 27-29.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20225042>

21. Sharapov A. N., Bezobrazova V. N., Zinenko E. S., Kmit` G. V. Kratkosrochnaya adaptaciya serdechno-sosudistoj sistemy` detej 5-7 let k umstvennoj nagruzke // Fiziologiya cheloveka. – 2010. – T. 36, № 3. – S. 1-8.

22. Yumatov E.A. Pryamaya registraciya sub`ektivnogo sostoyaniya cheloveka // Vestnik novy`x medicinskix texnologij. – 2010. – T. 17, № 4. – S. 187-192.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ В РЕЖИМЕ ДНЯ ПЯТИКЛАССНИКОВ

Л.В. Макарова¹, Г.Н. Лукьянец, М.С. Шибалова
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО»,
Москва, РФ

Проведено изучение компьютерной нагрузки учащихся 5 класса в течение дня и недели. Было выявлено, что на компьютере занимается около 90 % детей, примерно половина – ежедневно. Не имеет систематических контактов с компьютером 14,2 % мальчиков и 3,7 % девочек. Для учебных целей компьютер используют 67 % детей. Мальчики больше времени отводят на занятия на компьютере, чем девочки, как в выходные дни, так и в будни. Помимо компьютеров дети использовали мобильные телефоны и компьютерные планшеты. Ресурсами интернета пользовались 96,1 % пятиклассников, из них ежедневно в будние дни 41 %, и в выходные – 70 % детей.

Мальчики по сравнению с девочками чаще использовали Интернет для игр (64,6 % против 35,1 %), а девочки чаще, чем мальчики, для подготовки к учебным занятиям (55,8 % против 35,4 %).

Отмечена чрезмерная продолжительность пребывания в Интернете (до двух часов и более), особенно мальчиков (17,6 % в учебные и 34 % в выходные дни). Подобное увлечение неблагоприятным образом изменяет режим дня школьника, увеличивая гиподинамию, и приводит к сокращению времени, отводимому на сон и занятия оздоровительного характера.

Ключевые слова: компьютеры, Интернет, режим, продолжительность, пятиклассники.

Using electronic devices in the daily routine by the fifth graders. The paper presents the study of computer load in the fifth-grade students during a day and a week. It was found out that about 90 % of children use computer in their everyday life, about half of them –daily. 14,2 % of boys and 3,7 % of girls have no systematic contact with the computer. 67 % of children use computers for educational purposes. Boys spend more time at the computer than girls, both at the weekend and during the weekdays. In addition to computers, children use mobile phones and tablets. Internet resources were used by 96,1 % of fifth-graders, 41 % of which used it daily on weekdays and 70 % of children – at the weekend.

Boys were more likely than girls to play Internet games (64,6 % versus 35,1 %), and girls were more likely than boys to use gadgets to get prepared for school studies (55,8 % versus 35,4 %).

It was registered that excessive amount of time is spent on the Internet (up to two hours or more). Especially, that concerns boys (17,6 % during school days and 34 % at the weekend). Such hobby adversely changes daily regime of the students, increasing physical inactivity and leading to the reduction in the time spent on sleep and recreational activities.

Keywords: computers, Internet, daily regime, duration, fifth graders.

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

Компьютерные технологии прочно вошли в жизнь современных детей. Они предоставляют все более широкий круг возможностей современному человечеству. В связи с этим необходимо проявить бдительность в плане их безопасного использования. Возникающие при этом риски для здоровья и поведения детей не ослабевают с годами [8; 9]. Объем Интернет-контактов детей иногда ускользает от родительского и педагогического внимания. Порой он распознается лишь на этапе чрезмерного увлечения Интернетом и телепередачами, когда дети уже приывают к малоподвижному образу жизни, начинают жаловаться на помутнение зрения и другие симптомы компьютерного зрительного синдрома. Исследователями выявлена прочная связь между продолжительностью времени, проведенного у экранов компьютерных устройств или ТВ и связанным с этим неправильным образом жизни и нарушениями здоровья [2; 5; 6]. В литературе нередко обсуждается вопрос и о влиянии электромагнитных полей и эмоционально-нервного напряжения при работе с электронными устройствами на здоровье человека [1; 7], и особенно на состояние зрения [2]. Отмечено прогрессивное увеличение детей с нарушениями зрения от 3,1 % в дошкольном возрасте до 56 % к 8 классу. Причем наиболее значительный темп прироста этого показателя наблюдается в 5-7-х классах: по 8-11 % в год [2].

По мере увеличения зрительного утомления наблюдается рост частоты движений глаз и снижение их равномерности. Известно, что показатель частоты движения глаз отражает общие энергетические характеристики работы мозга, а показатель равномерности – устойчивость механизмов регуляции, которая подвергается колебаниям при функциональных нагрузках. Таким образом, зрительное напряжение при работе на компьютере бывает тесно связано с нервным напряжением. Наряду с этим, исследователи считают, что появление психосоматических расстройств, невротических реакций и распространенность проявлений стресса при работе за компьютером связаны не только со спецификой нервного и зрительного напряжения, но и с тем, что ребенку приходится помногу сидеть за компьютером. Особенно утомительна статическая поза, характерная и для работы с различными электронными устройствами: планшетом, телефоном, ноутбуком. Под влиянием ее могут происходить нарушения зрения, осанки и других функций организма.

Из-за широкого использования различных видов компьютерной техники школьниками в досуговой и учебной деятельности и, учитывая риск для здоровья при бесконтрольном ее использовании, в настоящее время назревает насущная необходимость в изучении особенностей и объема взаимодействия с различными видами электронных коммуникативных средств, используемых в режиме дня ребенка. В связи с этим, целью данной работы было выявить компьютерную нагрузку на учащихся 5 класса в течение дня и недели.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняло участие 188 учащихся 5-х классов (8 классов), трех московских школ, из них 106 мальчиков и 82 девочки. Использовалась методика программного опроса с помощью специальных недельных хронометражных листов, которые заполнялись учениками. Полученные данные по режиму дня под-

вергнуты вариационно-статистической обработке с использованием различных методов математического анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали, что частота занятий на компьютере в неделю разнообразна у разных детей. Однако из данных, представленных в таблице 1 видно, что примерно половина детей – 49,4 % (45,3 % мальчиков и 54,9 % девочек 5-х классов) занимается на компьютере ежедневно. И только небольшая часть детей занимается редко. Около 10 % детей (14,2 % мальчиков и 3,7 % девочек) не имеет систематических контактов с компьютером (табл. 1). Для учебных занятий компьютер используют 63,9 % детей.

Таблица 1

Распределение детей по частоте использования компьютера в течение недели (число случаев в %)

Пол	Кол-во испытуемых	Число дней в неделю				
		0	1-2	3-4	5-6	7
Мальчики	106	14,2	16,0	13,2	11,3	45,3
Девочки	82	3,7	18,3	15,9	7,2	54,9
В целом	188	9,6	17,0	14,4	9,6	49,4

Распределение детей в зависимости от продолжительности занятий на компьютере представлено в таблице 2. Примерно половина детей ежедневно проводит у его экрана от четверти часа до 3-4 часов. Судя по первым двум столбцам, девочки преобладают в процентном отношении над мальчиками при незначительной длительности занятий на компьютере (до получаса или от получаса до часу). И таким образом, продолжительность занятий на компьютере в пределах часа имела место у девочек в 73 % случаев в будние дни и в выходные – в 55,2 % случаев. Более одного часа работа на компьютере в будние дни наблюдалась у девочек только в 26,6 % в будние дни и в 44,8 % случаев в выходные дни. Из них работали на компьютере более двух часов 4 % девочек в будние дни и 17,9 % - в выходные.

Мальчики в большем проценте случаев, чем девочки, показали более продолжительную работу до двух и более часов в день, как в учебные, так и в выходные дни (соответственно: 17,6 % и 34,1 %). А общее количество мальчиков, занимавшихся более одного часа в день, составило 54,1 % в учебные дни и 68,2 % в выходные.

Помимо компьютеров дети использовали мобильные телефоны и компьютерные планшеты. Ресурсами интернета пользуется 96,1 % пятиклассников в среднем с частотой $4,92 \pm 0,17$ дней в неделю при средней длительности в день $1,63 \pm 0,10$

час. Интернет используется ежедневно детьми в будние дни в 41 % случаев и в выходные – в 70 % случаев. Мальчики по сравнению с девочками чаще используют интернет для игр (64,6 % против 35,1 %), а девочки чаще, чем мальчики, для подготовки к учебным занятиям (55,8 % против 35,4 %). В общении с друзьями и при поиске информации в интернете участвует примерно одинаковое число девочек и мальчиков (около 85 %).

Таблица 2

Распределение детей в зависимости от продолжительности работы на компьютере в учебные и выходные дни (число случаев в %)

Дни недели	Пол ребенка	Длительность работы на компьютере			
		До 30 мин	От 30 мин до 1 часа	От 1 до 2 часов	Более 2 часов
Учебные	Мальчики	11,8	34,1	36,5	17,6
	Девочки	34,7	38,7	22,6	4,0
	В целом	22,5	36,3	30,0	11,2
Выходные	Мальчики	6,8	25,0	34,1	34,1
	Девочки	14,9	40,3	26,9	17,9
	В целом	10,3	31,6	31,0	27,1

Особенно подолгу дети сидят у телеэкрана и компьютера в выходные дни. Как выявили исследования, от часа до двух часов и более занимаются на компьютере 68,2 % мальчиков. Среди девочек таких 44,8 %. В литературе имеется подтверждение чрезмерного увлечения гаджетами [2; 3; 4]. Так, обследования детей 7-11 лет в Москве, в Маланге, Восточной Яве, Индонезии и др. выявили, что гаджетами пользуется 100 % детей (33,2 % начали пользоваться ранее 5 летнего возраста). Кроме того, 13,5 % детей сообщили, что эти занятия у них занимают более двух часов в день, в то время как по международным стандартам длительность использования гаджетов должна быть не более двух часов [3]. Как показывают наши исследования, значительная часть обследованных нами детей превышает этот показатель, особенно в выходные дни.

ВЫВОДЫ

1. На компьютере занимается около 90 % детей. Около 10 % детей (14,2 % мальчиков и 3,7 % девочек) не имеет систематических контактов с компьютером. Примерно половина детей ежедневно проводит у его экрана от четверти часа до 3-4 часов.

2. Мальчики больше времени отводят на занятия с компьютером, чем девочки, как в выходные дни, так и в будни (более одного часа – 54,1 % в учебные и 68,2 % в выходные дни).

3. Ресурсами интернета пользуется 96,1 % пятиклассников. Ежедневно интернет используется детьми в будние дни в 41 % случаев и в выходные – в 70 % случаев.

4. Мальчики по сравнению с девочками чаще используют интернет для игр (64,6 % против 35,1 %), а девочки чаще, чем мальчики, для подготовки к учебным занятиям (55,8 % против 35,4 %).

5. Отмечена чрезмерная продолжительность занятий с компьютерами, особенно мальчиков. От двух часов и более занималось 17,6 % мальчиков в будние и 34,1 % – в выходные дни, и 4,0 % девочек в учебные и 17,9 % в выходные дни. Как известно, подобное увлечение неблагоприятным образом изменяет режим дня школьника, увеличивая гиподинамию, и приводит к сокращению времени, отводимому на сон и занятия оздоровительного характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виклов В.Г. Игровая и компьютерная зависимость современной молодежи // В.Г. Виклов, И.М. Крючкова // Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи: материалы V нац. Конгресса по школьной и университетской медицине с междунар. участием. М, 10-11 октября 2016 г. – С. 47-48.

2. Кучма В.Р. Оценка использования электронных устройств в учебной и досуговой деятельности школьников 7-8 классов / В.Р. Кучма, И.К. Рапопорт, А.Ю. Макарова, К.Ш. Мустафаева, Л.А. Дорина, Ю.А. Шарафутдинова // Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи: материалы V нац. Конгресса по школьной и университетской медицине с междунар. участием. М, 10-11 октября 2016 г. – С. 174-180.

3. Ariani, A. Effects of Playing with Gadget on Elementary School Children in Urban and Rural Environment / Ariani Ariani, Ni Luh H.M.Putu, Richi Aditya at al. // Proceedings of the health science international conference: Advances in Health Science Research. – 2017. – V.2. – P. 22-27.

4. Bener, A. Do excessive internet use, television viewing and poor lifestyle habits affect low vision in school children? / A.Bener, HS. Al-Mahdi, PJ. Ariani hani at al. // Journal of Child Health Care. – 2010. – N.15(2). – P. 80-84.

5. Dankova, I. School, children, computer and health/ I.Dankova // School and Health. – 2006. – N. 21(1). – V. 1 and 2. – P. 693-696.

6. Jackson, LA. Children's Internet use: Findings from the HomeNet Too project/ L.A. Jackson, F.Biocca, A. von Eye, G.Barbatsis at al. // ED-MEDIA 2004: World Conference of Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Vols 1-7. Jun 21-26, 2004. – P. 4763-4769.

7. Kanapeckas, P. Electromagnetic radiation at computerized workplaces and the impact of electromagnetic field on the human health. – 2009. – P.106-108.

8. Scheiber, A., Grundel M. The impact of electronic health information and computer-mediated communication for the coping abilities of cancer patients / A.Scheiber, M. Grundel, A. Hasman, B. Blobel, J. Dudeck at al. // Studies in Health Technology and

Informatics: 16th Medical Informatics Europe Congress / 45th Annual Congress of the German-Association-for-Medical- Informatics-Biometry-and-Epidemiology. – 2000. – V. 77. – P. 489-489.

9. Valcke, M. Long-term study of safe internet use of young children / M. Valcke, B. De Wever, H.Van Keer at al. // Computer & Education. – 2011. – N. 57(1). – P. 1292-1305.

REFERENCES

1. Viklov V.G. Igrovaya i komp'yuternaya zavisimost' sovremennoj molodezhi // V.G.Viklov, I.M.Kryuchkova // Zdravoohranenie i medicinskie nauki – ot oblasti obrazovaniya k professional'noj deyatel'nosti v sfere ohrany i ukrepleniya zdorov'ya detej, podrostkov i molodezhi: materialy V nac. Kongressa po shkol'noj i universitetskoj medicine s mezhdunar. Uchastiem. – M, 10-11 oktyabrya 2016 g. – S. 47-48.

2. Kuchma V.R. Ocenka ispol'zovaniya elektronnyh ustrojstv v uchebnoj i dosugovoj deyatel'nosti shkol'nikov 7-8 klassov / V.R. Kuchma, I.K. Rapoport, A.YU. Makarova, K.SH. Mustafaeva, L.A. Dorina, YU.A. SHarafutdinova //Zdravoohranenie i medicinskie nauki – ot oblasti obrazovaniya k professional'noj deyatel'nosti v sfere ohrany i ukrepleniya zdorov'ya detej, podrostkov i molodezhi: materialy V nac. Kongressa po shkol'noj i universitetskoj medicine s mezhdunar. Uchastiem. M, 10-11 oktyabrya 2016 g. – S. 174-180.

ВЛИЯНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИХ ОБРАЗА ЖИЗНИ

А.Г. Макеева¹
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО»,
Москва

В статье рассматриваются результаты исследования, проведенные среди 11 739 школьников из 10 регионов России. Основная задача исследования заключалась в изучении характера вовлеченности школьников в использование цифровых инструментов и ее возможного влияния на образ жизни детей и подростков (в частности – на питание и двигательную активность).

Выяснилось, что высокий уровень вовлеченности в использование цифровых инструментов связан с целым рядом негативных изменений в структуре и характере питания – сокращается число основных приемов пищи, увеличивается число перекусов, уменьшается количество полезных продуктов и блюд в рационе. Одновременно снижается вовлеченность в регулярные занятия спортом и физическую активность.

Ключевые слова: образ жизни, цифровые инструменты, питание, здоровье, двигательная активность.

Studying how the use of digital devices influences the lifestyle of school children.
The article discusses the results of a study conducted among 11,739 schoolchildren from 10 regions of Russia. The main objective of the research was to study if and how much schoolchildren are involved in the use of digital tools and its possible impact on the lifestyle of children and adolescents (in particular, nutrition and physical activity).

It was found out that high involvement in the use of digital tools is associated with a number of negative changes in the structure and the nature of nutrition: the number of main meals reduces, the number of snacks increases, the number of healthy foods and meals in the diet declines. Moreover, regular sports and physical activity go down too.

Keywords: lifestyle, digital tools, nutrition, health, physical activity.

Повсеместное распространение мобильных технологий существенно изменило жизнь современных людей, как взрослых, так и, в особенности, представителей молодого поколения. Цифровые устройства разного формата начинают активно использоваться уже в раннем возрасте. Так, по данным американских исследователей [4] 66 % детей уже в возрасте 3-4 лет проводят перед экраном компьютера или мобильным устройством 3 часа в день, к 5 годам это время увеличивается до 4 - 5 часов. К подростковому же возрасту количество часов, проведенных с цифровым устройством возрастает до 7,5 – 10 часов [4].

Столь сильная вовлеченность в использование цифровых устройств в значительной степени отражается на образе жизни современных детей и подростков, их физическом, психологическом и социальном здоровье. В научной литературе обсуждаются такие негативные эффекты использования мобильных технологий как

Контакты: ¹ Макеева А.Г. – E-mail: <Alexandra.Makeeva@ru.nestle.com>

снижение двигательной активности, сужение социальных контактов, низкая концентрация внимания, снижение способности анализировать информацию и т.д. [6]

Среди негативных эффектов, отмечаемых исследователями – нарушение структуры и режима питания. Так, консультативный комитет по питанию США на основании проведенного метаанализа более 30 исследований, делает вывод о наличии ярко выраженной связи между временем, затрачиваемым на работу с цифровыми устройствами и риском появления избыточного веса [7].

В целом ряде работ отмечается, что активная вовлеченность в использование цифровых устройств обуславливает повышение частоты употребления высококалорийных продуктов – сладостей, снеков, напитков с высоким содержанием сахара и т.д. [5; 8] Эта особенность проявляется как среди девочек, так и мальчиков, в разных возрастных группах – от дошкольников до подростков.

Еще один важный аспект влияния высокой вовлеченности подростков в использование мультимедийных ресурсов на питание детей и подростков, выражается в пропусках основных приемов пищи. По данным исследователей [7] примерно каждый десятый респондент 6-14 лет пропускал по крайней мере один прием пищи каждую неделю для просмотра телевизора или компьютерных игр.

Все представленные выше результаты исследований относятся к зарубежным источникам. В российской научной литературе данные о том, как влияет вовлеченность в использование цифровых технологий на образ жизни и здоровье детей и подростков (в том числе и питание) представлены существенно реже.

Между тем, это направление исследований имеет важное практическое значение для практики российского образования [1; 2; 3]. В связи с активно развивающимся направлением цифровизации российской школы можно предположить, что вовлеченность школьников в использование цифровых технологий будет постоянно возрастать. Цифровизация несет в себе большие перспективы для развития образования как такового и обеспечивает большие возможности в получении знаний. Однако, внедряя цифровые технологии, необходимо иметь комплексное и системное представление о том, как «цифровизация» влияет на здоровье школьников, заранее определить возможные пути снижения ее негативных последствий.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Целью нашего исследования стало изучение вовлеченности школьников 7-15 лет в использование цифровых устройств и определение ее влияния на характеристики их двигательной активности и питания.

Исследование проводилось в 10 регионах России: Архангельская, Калининградская, Московская, Новосибирская, Оренбургская, Пензенская, Свердловская области, Краснодарский, Ставропольский, Хабаровский края.

В исследовании приняло участие – 11 739 школьников в возрасте от 7 до 15 лет, среди них 5828 мальчиков и 5911 девочек.

Основной метод исследования – анкетирование. Анкета включала в себя несколько разделов. Первый раздел содержал вопросы, направленные на изучение степени и характера вовлеченности школьников в использование цифровых ресурсов (доступность цифровых ресурсов, продолжительность ежедневного использования, цели, для которых используются цифровые инструменты и т.д.).

Второй раздел включал вопросы, связанные с общими характеристиками питания и двигательной активности школьников. В третьем разделе анкеты были вопросы, касающиеся особенностей питания и двигательной активности школьников в конкретный день – накануне исследования (какие виды цифровых устройств использовали и сколько времени, количество приемов пищи, виды пищи, виды двигательной активности в течение дня).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основные цифровые ресурсы, используемые участниками исследования – телевизор, айфон, смартфон, планшет, ноутбук и стационарный компьютер.

Наименее популярный из них – телевизор. Более 20 % школьников отметили, что вообще не смотрят телевизор, еще 20 % смотрят телевизор менее 30 минут в день. Активных зрителей телевизионных передач (то есть тех, кто смотрит телевизор 2 и более часов) – всего 27 %, причем большинство из них составляют школьники в возрасте до 13 лет.

Наиболее популярным цифровым инструментом в среде школьников является смартфон – более 60 % опрошенных отметили, что регулярно используют его. На втором месте – ноутбук и стационарный компьютер. Айфон использует только 24 %, что, скорее всего, связано с его более высокой стоимостью.

Большинству опрошенных доступны для регулярного использования несколько гаджетов. Среднее количество технических средств на одного пользователя составляет 1,7.

Чаще всего цифровые инструменты используются для общения с друзьями, развлечения – более 90 % участников нашего исследования отметили этот функционал гаджетов. Реже цифровые инструменты применяются для выполнения домашних заданий, поиска учебной информации, обучения.

Таблица 1

Цели использования цифровых инструментов школьниками.

Частота использования гаджетов	Обучение	Общение, развлечение
Ежедневно	37	68
Несколько раз в неделю	45	23
Не использую	18	9

В зависимости от степени вовлеченности в использование цифровых инструментов мы выделили среди опрошенных 4 группы – эпизодические пользователи (менее 1 часа или не каждый день), умеренные (до 2 часов ежедневно), относительно активные (2-3 часа), активные (более 3 часов).

Распределение групп внутри выборки красноречиво подтверждает факт обшей высокой «цифровизации» среды современных школьников (от младших школьников до старших подростков). Цифровые инструменты – повседневный и активно используемый инструмент современных детей и подростков.

Перечисленные выше характеристики, присущие всей выборке в целом, приобретают определенную специфику в разных возрастных группах, а также в группах с различными условиями проживания (сельские районы, малые и средние города, крупные города).

Таблица 2

Вовлеченность школьников в использование цифровых инструментов

	Группа	Численность (% от общей выборки)
1	Эпизодические	18 %
2	Умеренные	22 %
3	Относительно активные	32 %
4	Активные	28 %

Так, в сельских регионах продолжает сохранять свою популярность телевизор – среди сельских школьников почти в 2 раза больше тех, кто смотрит телевизор 2 и более часов ежедневно, по сравнению с жителями городов. При этом среди сельских школьников существенно меньше относительно активных и активных пользователей гаджетов (см. табл. 2).

Возраст – еще один фактор, влияющий на характер использования цифровых ресурсов. Чем старше становятся школьники, тем меньшую популярность среди них имеет телевизор. Если среди второклассников только 5 % не смотрит телевизор вообще, то среди десятиклассников таких – 46 %.

Существенно усиливается вовлеченность школьников в использование гаджетов – если число относительно активных и активных пользователей среди второклассников составляет 20 %, среди десятиклассников – 69 %.

С возрастом меняется и специфика использования гаджетов. Если среди младших школьников и подростков оно носит преимущественно развлекательный и коммуникативный характер, то у старших подростков образовательные и развлекательные цели использования гаджетов оказываются одинаково востребованы. Так, для подготовки домашних заданий цифровые инструменты использует 89 % десятиклассников, для развлечения и общения – 93 %. В группе второклассников – 63 % и 82 % соответственно.

А вот гендерная специфика в характере использования цифровых ресурсов не выявляется. Распределение групп с различным уровнем вовлеченности (эпизодические, умеренные, относительно активные и активные пользователи) оказывается приблизительно одинаковой как среди мальчиков, так и девочек.

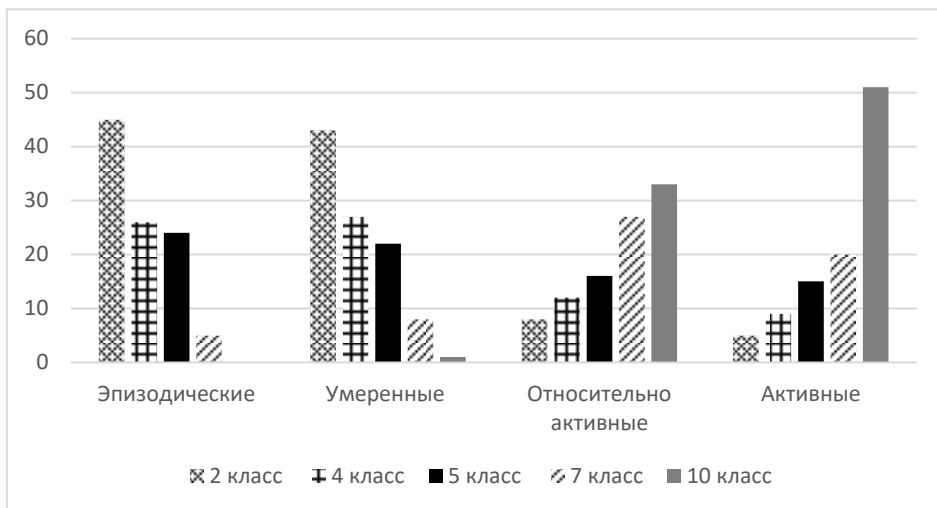
Для того, чтобы определить – как влияет цифровизация на образ жизни школьников мы проанализировали структуру и характер питания, особенности двигательной активности в группах с различным уровнем вовлеченности в использование цифровых ресурсов.

Высокий уровень вовлеченности в использование цифровых ресурсов заметно отражается на режиме питания школьников. Если средняя частота основных приемов пищи (завтрак дома, завтрак в школе, обед, полдник, ужин) среди подростков 5 классов с эпизодическим и умеренным уровнем вовлеченности в использо-

вание цифровых ресурсов составляет 3,5, то у их ровесников с высоким уровнем вовлеченности – 2,9. Среди подростков 7-10 классов это различие еще более выражено – 3,2 и 2,4 соответственно. Чаще участники исследования пропускают завтрак и полдник.

Таблица 3

Возрастные характеристики групп школьников с различным уровнем вовлеченности в использование цифровых ресурсов



Одновременно с снижением частоты основных приемов пищи в группах с активных и относительно активных пользователей цифровых ресурсов возрастает количество перекусов. Причем, чем старше подростки, тем это увеличение оказывается более выраженным.

Таблица 4

Частота перекусов в группах с различным уровнем вовлеченности в использование цифровых ресурсов

Возраст	Умеренные и эпизодические пользователи	Относительно активные и активные пользователи
5 класс	0,7	1,4
7-10 класс	1,9	3,1

Выявленные изменения в режиме питания сами по себе могут иметь негативные последствия для здоровья подростков. Но этот негативный эффект усиливается за счет специфики структуры питания подростков с различным уровнем вовлеченности в использование цифровых инструментов. В основном меню питания подростков – активных и относительно активных пользователей гаджетов реже

встречается целый ряд полезных продуктов. Они реже едят суп, блюда из рыбы, молочные продукты, фрукты. При этом для перекусов в этих группах участников чаще используются такие высококалорийные продукты как чипсы, орешки.

Таблица 5

Особенности структуры меню в группах с различным уровнем вовлеченности в использование цифровых инструментов

Блюда ежедневного меню	Умеренные и эпизодические пользователи	Относительно активные и активные пользователи
Суп	69	52
Свежие овощи	53	47
Фрукты	69	61
Молочные продукты	59	47
Снэки	33	52

Таким образом, высокая вовлеченность в использование цифровых ресурсов отражается на питании подростков, снижая частоту употребления полезных блюд и повышая частоту употребления высококалорийных продуктов.

Уровень физической активности участников исследования также оказывается связан с продолжительностью использования цифровых ресурсов. Чем больше подростки проводят времени, используя цифровые инструменты, тем реже они занимаются спортом, ведут активный образ жизни.

Таблица 6

Вовлеченность школьников в занятия спортом и физкультурой

Группы с различным уровнем вовлеченности в использование цифровых ресурсов	Регулярно занимаются в спортивной или танцевальной секции	Занимались в спортивной или танцевальной секции накануне исследования	Делали зарядку в день накануне исследования
Эпизодические и умеренные пользователи	61	51	23
Активные и относительно активные пользователи	45	43	11

ВЫВОДЫ

Общий уровень распространённости цифровых инструментов в среде современных школьников может оцениваться как очень высокий. Гаджеты являются повседневной частью жизни детей и подростков. Абсолютное большинство школьников ежедневно пользуется одним или несколькими цифровыми инструментами.

Использование цифровых инструментов преимущественно носит развлекательный и коммуникативный характер (для общения с друзьями). Востребованность образовательного ресурса цифровых инструментов оказывается ниже – подростки реже используют их для выполнения учебных заданий или поиска образовательной информации.

«Цифровизация» пространства школьников отражается на их образе жизни, в частности, влияет на характер их питания и физическую активность. Питание подростков с высоким уровнем вовлеченности в использование цифровых инструментов менее регулярное и сбалансированное – содержит меньше полезных продуктов и блюд и больше – высококалорийных снеков.

Негативные тенденции, связанные с активным проникновением цифровых ресурсов в жизнь современных школьников, необходимо учитывать при разработке проектов развития цифрового образования. Основная профилактика должна включать несколько важных направлений. Прежде всего, это усиление гигиенического контроля со стороны школы и родителей за режимом и рационом питания школьников. Одним из важных инструментов здесь может стать школьное питание, создающее условия для регулярного и сбалансированного питания подростков в течение всего дня.

Еще одно важное направление профилактики – воспитание у школьников навыков здорового образа жизни, в том числе и связанные с питанием, а также активизация работы по вовлечению детей и подростков в занятия спортом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Е. С. Источники информации подростков о здоровом образе жизни // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – № 1 (январь). – С. 56-60.
2. Дегтярёва В. В. Образовательный потенциал социальных сетей // Философия образования. – 2010. – Вып. 3. – С. 30-35.
3. Щелина Т. Т., Чудакова А. О. Использование возможностей социальных сетей в формировании установки на ведение здорового образа жизни // Молодой ученый. – 2015. – № 23.2. – С. 41-43.
4. Allen M.S., Vella S.A. Screen-based sedentary behaviour and psychosocial well-being in childhood: cross-sectional and longitudinal associations. *Ment. Health and Phys. Act.* 2015. V 9:41–47
5. Antwi F, Fazylova N, Garcon MC, Lopez L, Rubiano R, Slyer J. The effectiveness of web-based programs on the reduction of childhood obesity in school-aged children: A systematic review. *JBI Libr Syst Rev.* 2012; 10:1-14.

6. De Decker E, Cardon G; ToyBox-study group. Influencing factors of screen time in preschool children: an exploration of parents' perceptions through focus groups in six European countries. *BMJ Open*. 2015 May 14;5(5).
7. Ren H, Zhou Z, Liu WK, Wang X, Yin Z. Excessive homework, inadequate sleep, physical inactivity and screen viewing time are major contributors to high paediatric obesity. *Acta Paediatr*. 2017 Jan;106(1):120-127.
8. Sayin F, Buyukinan M. Sleep Duration and Media Time Have a Major Impact on Insulin Resistance and Metabolic Risk Factors in Obese Children and Adolescents. *Child Obesity*. 2016 Aug; 12(4):272-8.

REFERENCE

1. Abramova E.S. Sources of information about healthy lifestyles for adolescents. // *Scientific and methodical electronic journal " Concept»*. – 2015. – № 1 (January). – S. 56-60.
2. Degtaryeva V.V. Educational potential of social networks // *Philosophy of education*. – 2010. – Vol. 3. – S. 30-35.
3. Schelina T.T., Chudakova A.O. Opportunities of social networks in formation of a healthy lifestyle // *Yung scientist*. – 2015. – № 23.2. – S. 41-43.
4. Allen M.S., Vella S.A. Screen-based sedentary behaviour and psychosocial well-being in childhood: cross-sectional and longitudinal associations. *Ment. Health and Phys. Act*. 2015. V 9:41-47
5. Antwi F, Fazylova N, Garcon MC, Lopez L, Rubiano R, Slyer J. The effectiveness of web-based programs on the reduction of childhood obesity in school-aged children: A systematic review. *JB Libr Syst Rev*. 2012; 10:1-14.
6. De Decker E, Cardon G; ToyBox-study group. Influencing factors of screen time in preschool children: an exploration of parents' perceptions through focus groups in six European countries. *BMJ Open*. 2015 May 14;5(5).
7. Ren H, Zhou Z, Liu WK, Wang X, Yin Z. Excessive homework, inadequate sleep, physical inactivity and screen viewing time are major contributors to high paediatric obesity. *Acta Paediatr*. 2017 Jan;106(1):120-127.
8. Sayin F, Buyukinan M. Sleep Duration and Media Time Have a Major Impact on Insulin Resistance and Metabolic Risk Factors in Obese Children and Adolescents. *Child Obesity*. 2016 Aug; 12(4):272-

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АО ПО АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Г.Г. Вершубская¹ ***, А.И. Козлов² ***

* – НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

** – ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Проведён анализ данных о физическом развитии и статусе питания 254 детей 3-6 лет, посещающих детские дошкольные учреждения сельских населённых пунктов ($n=80$) и районного центра (РЦ, $n=174$). Соответственно месту жительства, далее выборки обозначаются как сельские и поселковые.

Оценка антропометрических показателей проводилась путём ранжирования индивидуальных значений в Z-баллах.

Задержка роста выявлена 7,5 % обследованных, недостаточная масса у 9,1 %, избыточная масса у 16,5 %, включая 5,1 % детей с ожирением. У сельских детей чаще ($p<0,05$) встречаются задержка роста (15 % против 1,2 % в районном центре), недостаток массы тела и истощение (в сумме 12,6 против 7,5 % в посёлке). Избыточную массу (включая ожирение) имеют 20,1 % детей из РЦ против 8,8 % у сельчан. Исключить вклад антропологического фактора в различия детей из сёл и РЦ нельзя, поскольку 85 % обследованных сельских детей – коренные северяне (манси, ханты), а в населении РЦ их доля близка к 5 %. Роль этнических и социальных факторов в формировании различий в длине и массе тела детей коренного и пришлого населения Западной Сибири требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: дошкольники, рост, индекс массы тела, ИМТ, задержка роста, избыточная масса, ожирение, манси, ханты

Physical development of preschool children of Khanty-Mansiysky region by anthropometric indicators. The article presents the analysis of the physical development and nutritional status of 254 children aged 3-6 y.o., attending preschool institutions in rural settlements ($n = 80$) and the centre of the district (DC, $n = 174$). According to the place of residence, samples are further referred to as rural and urban correspondingly.

The evaluation of anthropometric indicators was carried out by ranking individual values in Z-points.

Growth retardation was detected in 7.5 % of the examined participants; underweight – in 9.1 %, overweight – in 16.5 %, including 5.1 % of obese children. Rural children demonstrated growth retardation (15 % versus 1.2 % in the district center), lack of body weight and exhaustion (12.6 versus 7.5 % in the village) more often ($p < 0.05$). Overweight (including obesity) is noted in 20.1 % of children from the urban

Контакты: ¹ Вершубская Г.Г. – E-mail: <galina.ver@gmail.com>

² Козлов А.И. – E-mail: <dr.kozlov@gmail.com>

areas against 8.8 % in those from the villages. It is impossible to exclude the contribution of the anthropological factor to the differences between children from villages and urban areas, since 85 % of the examined rural children are indigenous northerners (Mansi, Khanty), whereas their share in the urban population is close to 5 %. The role of ethnic and social factors in the formation of differences in height and body weight of children of the indigenous and alien population of Western Siberia requires further study.

Keywords: preschoolers, growth, body mass index, BMI, growth retardation, overweight, obesity, Mansi, Khanty.

Избыточная масса и ожирение быстро распространяются в различных группах населения северных и арктических регионов РФ. Об этом свидетельствуют результаты обследований взрослых [3; 6; 17], а также городских и сельских школьников [5; 7; 11]. Ситуация в группах детей младшего возраста остаётся практически неизвестной. Между тем, ранний детский возраст – период критический: в ходе внутриутробного развития и в первые годы жизни целый ряд факторов может служить триггером «программированного ожирения», закладывая неблагоприятный ход метаболических процессов на всю последующую жизнь [8; 9; 15]. Судя по данным обследований, не затрагивавших высокоширотные регионы, среди российских детей первых двух лет жизни превышение массо-ростовых нормативов встречается часто: 21 % детей имеет избыточную массу, а 27 % – ожирение [2].

Климат Ближнего и Крайнего Севера сам по себе является фактором риска развития избыточной массы. Специфический световой режим в зимний период, низкие температуры, высокая ветровая нагрузка ограничивают возможности пребывания и активной деятельности ребёнка вне помещения. Учитывая это, следует с особым вниманием отнестись к накоплению информации об особенностях физического развития и частотах отклонений в статусе питания детей младших возрастов на Севере.

Цель настоящего краткого сообщения – представление и анализ данных о физическом развитии и статусе питания детей 3–6 лет, проживающих в сёлах и административном центре Березовского района Ханты-Мансийского АО – п.г.т. Берёзово.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследования послужила информация о длине тела (росте) и массе тела 254 детей 3–6 лет, посещающих детские дошкольные учреждения сельских населённых пунктов (n=80) и административного центра Березовского района ХМАО – п.г.т. Берёзово (n=174). Соответственно месту жительства, далее выборки обозначаются как сельские и поселковые. Источник данных – ведущиеся в ДДУ медицинские карты детей и результаты педиатрических осмотров в ходе обследований, проводимых Лечебно-диагностическим отделением Центра профессиональной патологии ХМАО-Югры.

Информация об этнической принадлежности в медицинских картах дошкольников п. Берёзово отсутствует. Среди сельских детей 85 % – относящиеся к ко-

ренным народам Севера манси (59 %) и ханты (26 %); 15 % – представители других этнических групп, преимущественно русские.

В соответствии с методическими рекомендациями «Оценка физического развития детей и подростков» Министерства здравоохранения РФ от 21 ноября 2017 года [10], выявление индивидов с отклонениями в темпах роста и статуса питания проводилось путём сравнения со стандартами, принятыми для детей 0-5 лет и референтными значениями для старших возрастных групп, в данном случае для детей от шести до шести с половиной лет.

Оценка антропометрических показателей проводилась путём ранжирования индивидуальных значений в Z-баллах, соответствующих количеству стандартных отклонений (SD) от установленной нормативами медианы признака. Длина тела ребёнка в диапазоне от ≥ -2 до $\leq +3$ Z-баллов нормативов для данного возраста и пола расценивалась как показатель нормального протекания ростовых процессов. Меньшие и большие показатели принимались как симптомы отставания или опережения в росте.

Для каждого индивида рассчитывались значения индекса Кетле (далее ИМТ: масса тела в кг, отнесённая к квадрату длины тела в метрах). При отклонении ИМТ от медианы стандартов или референтной выборки соответствующего пола и возраста выше +1 Z-балла ребёнок классифицировался как имеющий избыточную массу, при отклонении выше +2 Z-баллов – как имеющий ожирение. Заключение об умеренном недостатке массы делалось при значениях Z-баллов ≥ -3 до < -2 , при $-3Z$ и менее индивид расценивался как истощённый.

Поскольку методика позволяет выявить лишь отклонения от нормативных значений ИМТ, вынесенные заключения не являются медицинским диагнозом и обозначают только ранг отклонений в статусе питания [12].

При парном сравнении групп применялся критерий χ^2 (Хи-квадрат) Пирсона. Достоверными считались различия с уровнем значимости меньше 5 % ($p < 0,05$).

Дизайн исследования одобрен Комитетом по этике ИВФ РАО.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длина тела 89 % включённых в анализ детей соответствует возрастным нормативам; 3,5 % дошкольников характеризуются ускоренным ростом, и у 7,5 % обнаружена задержка роста (Таблица 1). На основании такого распределения можно вынести заключение об удовлетворительном в целом развитии детей 3-6 лет. При этом обратим внимание на различия в распределении показателей сельских и берёзовских дошкольников. Если в п.г.т. Берёзово доли детей с право- и левосторонним отклонением от нормативных значений длины тела равны (соответственно, 4,6 и 4,0 %), то среди включённых в анализ сельчан обнаруживается заметная левосторонняя асимметрия: отставание по длине тела у 15 %, тогда как превышение границ возрастной нормы выявлено только у 1,2 %. Сравнение по критерию χ^2 показало достоверное ($p=0,002$) различие групп по распределению значений. Частоты ускоренного и нормального роста в таблицах сопряженности были объединены из-за малого количества случаев опережающего роста

Таблица 1

*Частота отклонений в длине тела у детей 3-6 лет
(Березовский р-н ХМАО)*

Характеристика роста	Без учёта места проживания, n=254		Место проживания			
			Село, n=80		п.г.т. Березово, n=174	
	N	%	N	%	N	%
Ускоренный	9	3,5	1	1,2	8	4,6
Нормальный	226	89,0	67	83,8	159	91,4
Отставание	19	7,5	12	15,0	7	4,0

Статус питания дошкольников оценен по значениям индекса массы тела (Таблица 2). Из общего числа обследованных, 74,4 % детей имеют ИМТ соответствующий своему полу и возрасту. Значения индекса меньше должных обнаружены у 9,1 %, причём у 5,1 % отставание от нормативных значений выходит за границы двух сигмальных отклонений (Z-баллов), то есть эти дети должны быть определены как имеющие истощение. Доля обследованных с избыточным ИМТ равна 16,5 %, включая 5,1 % детей с симптомами ожирения (отклонения от медицинских значений ИМТ для данного пола и возраста выше +2 Z-баллов).

Таблица 2

*Статус питания детей 3-6 лет (Березовский р-н ХМАО),
оценка по значениям индекса массы тела*

Статус питания (по ИМТ)	Без учёта места проживания, n=254		Место проживания			
			Село, n=80		п.г.т. Березово, n=174	
	N	%	N	%	N	%
Ожирение	13	5,1	3	3,8	10	5,7
Избыток	29	11,4	4	5,0	25	14,4
Норма	189	74,4	63	78,9	126	72,4
Недостаток	10	4,0	5	6,3	5	2,9
Истощение	13	5,1	5	6,3	8	4,6

Распределение детей с нормальным, недостаточным (Z-баллы в диапазоне от ≥ -3 до < -2) и избыточным (более +1 Z-балла) индексом массы тела в сельской и березовской группах также различается ($p=0,047$). В малых удалённых сёлах значительно выше, по сравнению с березовскими сверстниками, доля детей с недостаточной массой тела и истощением (в сумме 12,6 против 7,5 %). Выборка березовских дошкольников характеризуется правосторонним смещением показателя: избыточную массу (включая ожирение) имеют 20,1 % детей (против 8,8 % у сельчан).

В целом физическое развитие детей 3-6 лет Березовского р-на ХМАО можно оценить как удовлетворительное. По длине тела для соответствующего возраста, 89 % включённых в обследование отвечают нормам, установленным для возраст-

ных групп 0-60 месяцев. Статус питания 74,4 % обследованных также расценен как нормальный (Табл. 1, 2).

Представленные в нашем сообщении данные пополняют скудную пока информацию о физическом развитии детей сельских регионов Севера РФ. К сожалению, сравнение даже имеющихся результатов популяционных (выборочных) исследований затруднено из-за разных методов оценки физического развития детей, применяемых различными авторами [4]. В наиболее общем виде можно заключить, что избыточная масса тела (включая ожирение) у дошкольников Березовского р-на ХМАО встречается с частотой, близкой к выявленной у сельских бурят Иркутской области той же возрастной группы (16,5-25,9 %) [1] и сельских школьников Архангельской и Мурманской областей (18,4-23,9 %) [7].

Следует обратить внимание на относительно высокие частоты отставания обследованных нами детей от нормативов и по длине, и по относительной (ИМТ) массе тела.

У 7,5 % детей 3-6 лет выявлено отклонение от медианы нормативов по длине тела более чем на -2 Z-балла. Среди сельских дошкольников задержка роста обнаруживается почти в четыре раза чаще, чем у детей из крупного посёлка: 15 % против 4 % в п.г.т. Берёзово. Отставание в значениях индекса массы тела (ИМТ) от возрастных нормативов более чем на -2 Z-балла обнаружено у 9,1 %, включая 5,1 % детей, которые формально должны быть классифицированы как имеющие истощение (ИМТ менее -3 Z-баллов).

Это высокие частоты отклонений, требующие внимания исследователей.

Нельзя исключить вероятности того, что выборка сельских детей отличается от сверстников из районного центра по частотам задержки роста и недостаточного питания из-за антропологической специфики групп. Имеющихся материалов недостаточно для сравнения особенностей физического развития (роста) и статуса питания детей коренных северян и представителей других этнических групп. Как уже отмечалось, данных об этнической принадлежности дошкольников п. Берёзово нет, но среди обследованных сельских детей 85 % – манси и ханты. Согласно демографическим данным, 48,9 % сельских жителей Березовского р-на ХМАО составляют коренные северяне, а в населении п.г.т. Берёзово их доля близка к 5 % [14]. Таким образом, в п. Берёзово процент хантов и манси среди посещающих дошкольные учреждения детей высоким быть не может.

Коренные народы Севера Западной Сибири, в том числе и включённые в наше исследование обские угры (ханты, манси), даже несмотря на увеличение тотальных размеров на протяжении последних 50-70 лет, сохраняют отставание в длине тела от представителей русского населения [16]. Показано также, что хантыйские сельские дети отличаются от проживающих в тех же населённых пунктах русских сверстников дошкольного возраста меньшими длиной и массой тела [13]. Возможно, что антропологически обусловленные особенности размеров тела оказывают влияние на распределение диагностически важных признаков и в наших выборках.

При этом, однако, следует учитывать мнение экспертов ВОЗ, согласно которому у детей в возрасте до 60 месяцев основной вклад в изменчивость тотальных размеров тела обеспечивают средовые, а не генетические (в том числе обусловленные этнической или расовой принадлежностью) факторы [18]. С этих позиций,

вклад этнических и социальных факторов в формирование различий в длине и массе тела детей коренного и пришлого населения Западной Сибири требует дальнейшего изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У 7,5 % из охваченных обследованием детей 3-6 лет выявлена задержка роста. Отставание в значениях индекса массы тела (ИМТ) от возрастных нормативов более чем на -2 Z-балла обнаружено у 9,1 %, включая 5,1 % детей с ИМТ менее -3 Z-баллов (формально должны быть классифицированы как имеющие истощение).

Доля обследованных с избыточным ИМТ ($>+1$ Z) равна 16,5 %, включая 5,1 % детей с симптомами ожирения (значения индекса превышают $M+2$ Z нормативов).

Выявлены значимые ($p<0,05$) различия в распределении отклонений в показателях физического развития и статуса питания между детьми, проживающими в сёлах и в административном центре – п.г.т. Берёзово. У сельских детей чаще обнаруживается задержка роста (15 % против 1,2 %), недостаток массы тела и истощение (в сумме 12,6 против 7,5 % в посёлке). Напротив, избыточную массу (включая ожирение) имеют 20,1 % детей из крупного посёлка против 8,8 % у сельчан.

Нельзя исключить вклад этноантропологического фактора в различия сельских и поселковых детей, но роль этнических и социальных факторов в формировании различий в длине и массе тела детей коренного и пришлого населения Западной Сибири требует изучения.

Благодарности. Авторы благодарны коллективу Лечебно-диагностического отделения Центра профессиональной патологии ХМАО-Югры за помощь в организации исследований. Сбор данных на территории ХМАО поддержан грантом РФФИ № 18-09-00487.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астахова Т.А., Черкашина А.Г., Рычкова Л.В. Показатели физического развития детей, проживающих в Осинском и Баяндаевском районах Усть-Ордынского бурятского национального округа // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – Т. 5. № 81. – С. 129-131.

2. Батурин А.К., Нетребенко О.К. Практика вскармливания детей первых двух лет жизни в Российской Федерации // Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского. – 2010. – Т. 89. – № 3. – С. 99-105.

3. Козлов А.И. Связанные с потреблением углеводных продуктов нутрициологические и генетические риски развития ожирения у коренных северян // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88. – № 1. – С. 5–16. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10001.

4. Козлов А.И., Вершубская Г.Г. Перспективы унификации оценок физического развития детей дошкольного возраста по антропометрическим показателям // Новые исследования. – 2019. – № 1. – С. 76-85.

5. Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Пермякова Е.Ю. Статус питания сельских школьников Кольского Заполярья в 1995-2018 годах // Новые исследования (альманах). – 2018. – № 2(55). – С. 29-38.

6. Козлов А.И., Козлова М.А., Вершубская Г.Г., Шилов А.Б. Здоровье коренного населения Севера РФ: на грани веков и культур. – Пермь: РИО ПГГПУ, 2012. – 159 с.

7. Лир Д.Н., Козлов А.И., Вершубская Г.Г. и др. Избыточная масса тела и ожирение у детей 7-17 лет Северо-Запада РФ и Приуралья // Вестник Московского университета. Серия XXIII, Антропология. – 2018. – № 3. – С. 55-60.

8. Нетребенко О.К. Младенческие истоки ожирения // Лечение и профилактика. – 2011. – № 1 – С. 42–49.

9. Нетребенко О.К., Украинцев С.Е., Мельникова И.Ю. Ожирение у детей: новые концепции и направления профилактики. Обзор литературы // Вопросы современной педиатрии. – 2017. – Т. 16. – № 5. – С. 399–405.

10. Петеркова В.А., Нагаева Е.В., Ширяева Т.Ю. Оценка физического развития детей и подростков: Методические рекомендации. – М.: ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России; Альфа-Эндо, 2017. – 94 с.

11. Токарев С.А., Буганов А.А., Уманская Е.Л. Эпидемиологическая оценка факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у детей на Крайнем Севере // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2005. – № 4 (1). – С. 10-13.

12. Федеральные клинические рекомендации (протоколы) по ведению детей с эндокринными заболеваниями / Под ред. И. И. Дедова и В. А. Петерковой. – М.: Практика, 2014. – 442 с.

13. Чирятьева Т.В. Особенности морфотипа детей дошкольного возраста в разных этнических группах и регионах Тюменской области: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Тюмень, 1995.

14. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2019 года. Дата обращения 31 июля 2019.
URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/bul_dr/mun_obr2019.rar

15. Brune M., Hochberg Z. Secular trends in new childhood epidemics: insights from evolutionary medicine // BMC Medicine. – 2013. – № 11. – P. 226.

16. Kozlov A.I., Vershubsky G.G., Butovskaya M.L., et al. Secular trends in height and pelvic size of Ob Ugrians (Khanty and Mansi) // Вестник Московского университета. Серия XXIII, Антропология. – 2018. – № 3. – С. 33-40.

17. Petrenya N., Brustad M., Dobrodeeva L., et al. Obesity and obesity-associated cardiometabolic risk factors in indigenous Nenets women from the rural Nenets Autonomous Area and Russian women from Arkhangelsk city // Int J Circumpolar Health. – 2014. – V. 73. – Article 23859. doi: 10.3402/ijch.v73.23859.

18. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. – Geneva: World Health Organization, 2006. – 312 pp.

REFERENCES

1. Astahova T.A., Cherkashina A.G., Rychkova L.V. Pokazateli fizicheskogo razvitiya detej, prozhivayushchikh v Osinskom i Bayandaevskom rajonax Ust-Ordynskogo buryatskogo nacionalnogo okruga // Byulleten VSNC SO RAMN. – 2011. – T. 5. – № 81. – S. 129-131.
2. Baturin AK, Ntrebenko OK. Praktika vskarmlivaniya detei pervykh dvukh let zhizni v Rossijskoi Federatsii. Pediatriia. – 2010. – T. 89Ю № 3. – S. 99-105.
3. Kozlov A.I. Svjazannye s potrebleniem uglevodnyh produktov nutriciologicheskie i geneticheskie riski razvitiya ozhireniya u korennyh severian // Voprosy pitaniya. – 2019. – T. 88. – № 1. – S. 5-16. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10001.
4. Kozlov A.I., Vershubskaja G.G. Perspektivy unifikacii ocenok fizicheskogo razvitiya detej doshkolnogo vozrasta po antropometricheskim pokazateljam // Novye issledovanija (almanah). – 2019. – № 1. – S. 76-85.
5. Kozlov A.I., Vershubskaja G.G., Permiakova E.Ju. Status pitaniya selskih shkolkov Kolskogo Zapoliarja v 1995-2018 godah // Novye issledovanija (almanah). – 2018. – № 2 (55). – S. 29-38.
6. Kozlov A.I., Kozlova M.A., Vershubskaja G.G., Shilov A.B. Zdorovje korenogo naselenija Severa RF: na grani vekov i kultur. – Perm: RIO PGGPU, 2012. – 159 s.
7. Lir D.N., Kozlov A.I., Vershubskaja G.G. i dr. Izbytochnaja massa tela i ozhirenie u detej 7-17 let Severo-Zapada RF i Priuralja // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII, Antropologija. – 2018. – № 3. – S. 55-60.
8. Ntrebenko OK. Mladdencheskie istoki ozhireniya // Lechenie i profilaktika. – 2011. – № 1. – S. 42-49.
9. Ntrebenko O.K., Ukrainev S.E., Melnikova I.Ju. Ozhirenie u detej: novye koncepcii i napravlenija profilaktiki. Obzor literatury // Voprosy sovremennoj pediatrii. – 2017. – T. 16, № 5. – S. 399-405.
10. Peterkova V.A., Nagaeva E.V., Shirjaeva T.Ju. Ocenka fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov: Metodicheskie rekomendacii. – M.: FGBU «NMIC endokrinologii» Minzdrava Rossii; Alfa-Jendo, 2017. – 94 s.
11. Tokarev S.A., Baganov A.A., Umanskaja E.L. Epidemiologicheskaja ocenka faktorov riska serdechno-sosudistyh zabolevanij u detej na Krajnem Severe // Kardiovaskularnaja terapija i profilaktika. – 2005. – № 4 (1). – S. 10-13.
12. Federalnye klinicheskie rekomendacii (protokoly) po vedeniju detej s endokrinnyimi zabolevanijami / Pod red. I. I. Dedova i V. A. Peterkovej. — M.: Praktika, 2014. – 442 s.
13. Chiriatjeva T.V. Osobennosti morfotipa detej doshkolnogo vozrasta v raznyh etnicheskikh gruppah i regionah Tjumenskoj oblasti: avtoref. diss. ... kand. med. nauk. – Tjumen, 1995.
14. Chislennost naselenija Rossijskoj Federacii po municipalnym obrazovanijam na 1 janvaria 2019 goda. Data obraschenija 31 ijulia 2019.
URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/bul_dr/mun_obr2019.rar
15. Brune M., Hochberg Z. Secular trends in new childhood epidemics: insights from evolutionary medicine // BMC Medicine. – 2013. – № 11. – S. 226.

16. Kozlov A.I., Vershubsky G.G., Butovskaya M.L., et al. Secular trends in height and pelvic size of Ob Ugrians (Khanty and Mansi) // Вестник Московского университета. Серия XXIII, Антропология. – 2018. – № 3. – S. 33-40.

17. Petrenya N., Brustad M., Dobrodeeva L., et al. Obesity and obesity-associated cardiometabolic risk factors in indigenous Nenets women from the rural Nenets Autonomous Area and Russian women from Arkhangelsk city // Int J Circumpolar Health. – 2014. – V. 73. – Article 23859. doi: 10.3402/ijch.v73.23859.

18. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. – Geneva: World Health Organization, 2006.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В ПЕРИОД РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА НА ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ДО ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА

Н.Н. Кошко¹, Н.Г. Блинова
Кемеровский государственный университет
Институт биологии, экологии и природных ресурсов, г. Кемерово

В статье представлены данные исследования комплексного воздействия факторов внешней среды периода раннего онтогенеза на формирование особенностей морфофункционального и психофизиологического развития детей разных годов рождения в младшем школьном и подростковом возрасте. Комплекс факторов включал: уровень солнечной активности, уровень атмосферного загрязнения, уровень жизни населения и особенности рациона питания. Показана степень влияния различных экзогенных факторов на формирование особенностей морфофизиологического и психофизиологического развития у детей к семилетнему возрасту. Установлены наиболее выраженные особенности развития детского организма, формирующиеся под воздействием сочетанного воздействия факторов внешней среды в раннем онтогенезе и сохраняющиеся к подростковому возрасту.

Ключевые слова: факторы внешней среды раннего онтогенеза, морфофункциональное и психофизиологическое развитие, дети семилетнего и подросткового возраста.

Influence of external factors during early ontogenesis on the features of morpho-functional and psychophysiological development from childhood to adolescence. The article contains research results on the complex effects of environmental factors during early ontogenesis on the formation of morpho-functional and psychophysiological characteristics of children of different ages in primary school and adolescence. Complex environmental factors include the following: the level of solar activity, the level of atmospheric pollution, the standard of living, and the diet. The paper describes how much different environmental factors influence the formation of morpho-physiological and psychophysiological development in children by the age of seven. The most expressed developmental features that are formed in children by the age of seven under the influence of environmental factors and that persist in adolescence are determined.

Keywords: environmental factors of early ontogenesis, morpho-functional and psychophysiological development, 7-year-old children, adolescents.

Детский организм является восприимчивым к воздействиям средовых условий, которые могут повлиять на изменение темпов ростовых процессов, уровня физического здоровья и адаптационных резервов организма. В раннем онтогенезе роль генетических факторов в формировании конституциональных особенностей организма ребёнка является основополагающей и влияющей на его дальнейшее

Контакты: ¹ Кошко Н.Н. – E-mail: <koshko80@mail.ru >

развитие [15; 20; 22; 23]. В тоже время в период пренатального и раннего постнатального развития организм ребенка наиболее чувствителен к действию различных средовых влияний. Условия и факторы окружающей среды в данные периоды онтогенеза являются важными для развертывания генетической программы, формирования индивидуально-типологических особенностей ребёнка, реализации его адаптивных возможностей на более поздних этапах онтогенеза [13; 14; 19].

Показатели физического развития ребёнка могут отражать влияние факторов окружающей среды на фенотипические особенности, которые наиболее ярко раскрываются в эпохальном аспекте. К таким изменениям относятся ускоренные (акселерация) и замедленные (ретардация) темпы роста и развития у представителей разных поколений. Показано, что на изменение темпов развития оказывает влияние ряд факторов: эколого-биологические (солнечная активность), генетические и социальные [10; 11; 22; 26; 27].

Особую значимость приобретает многофакторное влияние условий жизни в раннем онтогенезе на морфологические и психофизиологические особенности организма семилетнего ребёнка, поскольку это сенситивный период, совпадающий с началом обучения в школе, характеризующийся низким уровнем резистентности организма к действию различных экологических и социальных факторов, а так же незавершённостью морфофункционального и психофизиологического развития [7; 10; 22]. Несмотря на актуальность данных вопросов индивидуального развития человека, не достаточно изучено влияние комплекса факторов внешней среды в период раннего онтогенеза на особенности развития ребёнка в последующих возрастных этапах.

В связи с этим, **целью данного исследования** стало изучение влияния факторов внешней среды в период раннего онтогенеза на особенности морфофункционального развития детей с семилетнего до подросткового возраста.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В проведённых нами исследованиях приняли участие три группы детей:

I группа – 1991 года рождения (216 детей);

II группа – 1998 года рождения (215 детей);

III группа в 2002 года рождения (189 детей).

Период пренатального развития детей I группы характеризуется высоким уровнем солнечной активности ($W=145,7$), средним уровнем техногенного загрязнения (1 234,62 тыс. т/год), низким уровнем жизни (158 у.ед.), средним уровнем потребления мясных и низким уровнем потребления хлебобулочных продуктов питания (68,3 и 91,8 кг/год на человека соответственно).

Период пренатального развития детей II группы характеризуется низким уровнем солнечной активности ($W=8,6$), низким уровнем техногенного загрязнения (1046,5 тыс. т/год), средним уровнем жизни (187 у.ед.), низким уровнем потребления мясных и средним уровнем потребления хлебобулочных продуктов питания.

У детей III группы пренатальный период развития характеризуется средним уровнем солнечной активности ($W=111$), высоким уровнем техногенного загрязнения (1324,9 тыс. т/год), средним значением уровня жизни (204 у.ед.), средним

уровнем потребления мясных и высоким уровнем потребления хлебобулочных продуктов питания.

У всех детей трех групп в возрасте 7 лет и 13 лет в начале учебного года проводились измерения антропометрических показателей: длина и масса тела, окружность груди, длина ноги, двухплечевой и двувертельные размеры. С использованием региональных оценочных центильных таблиц определялись темпы роста, гармоничность физического развития и тип соматической конституции согласно схеме Р.Н. Дорохова и И.И. Бахрах (1985). Оценка развития кожно-жирового компонента проводилась с использованием методики В.П. Чичикина по измерению толщины кожно-жировых складок в 6-ти точках. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы проводилась по показателям вариабельности сердечного ритма в покое и при выполнении ортостатической пробы по методике Р. М. Баевского (1984) с использованием автоматизированной кардиоритмографической программы. При анализе сердечного ритма изучались показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), мода (Мо), амплитуда моды (АМо), вариационный размах (ΔX), индекс напряжения регуляторных систем (ИН). Изучение основных нейродинамических и психодинамических показателей проводилось с использованием автоматизированного психофизиологического комплекса ПФК. Исследовались следующие показатели: скорость простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), функциональная подвижность нервных процессов (УФП), уравновешенность нервных процессов – реакция на движущийся объект (РДО), объём внимания (ОВ), кратковременная образная память (ОП) в возрасте 7-ми лет и кратковременная механическая память (МП) в подростковом возрасте.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования на первом этапе было установлено, что различное сочетанное воздействие гелиофизических, техногенных и социально-экономических факторов периода раннего онтогенеза проявляется в достоверных различиях морфологических, психофизиологических и функциональных показателей у семилетних детей разных лет рождения (рис. 1).

Сравнительный анализа антропометрических показателей установил, что дети I группы характеризовались достоверно низкими значениями длины тела, массы тела, окружности груди, поперечных размеров и толщины кожно-жировых складок на туловище по сравнению с представителями II и III групп. Это свидетельствует о снижении темпов роста и физического развития у детей I группы, приводящего к формированию у 40 % мальчиков и 66 % девочек микросоматического типа конституции (рис. 1 А). Особенности регуляции сердечного ритма у семилетних детей I группы проявляются в значительном преобладании симпатических влияний, на что указывают низкие значения Мо и высокие значения Амо, в следствие чего у 60 % детей отмечается симпатикотонический тип вегетативной регуляции (рис. 1 Б). Высокие значения ИН говорят о выраженном напряжении механизмов регуляции, что обусловлено действием неблагоприятных факторов внешней среды в раннем онтогенезе (высокий уровень солнечной активности, низкий уровень жизни).

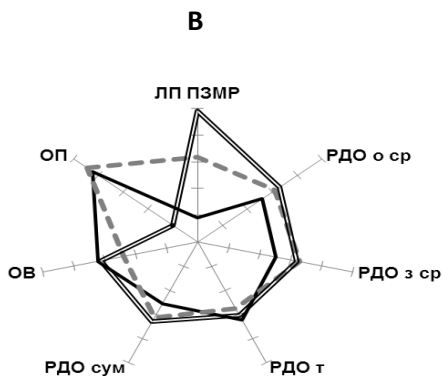
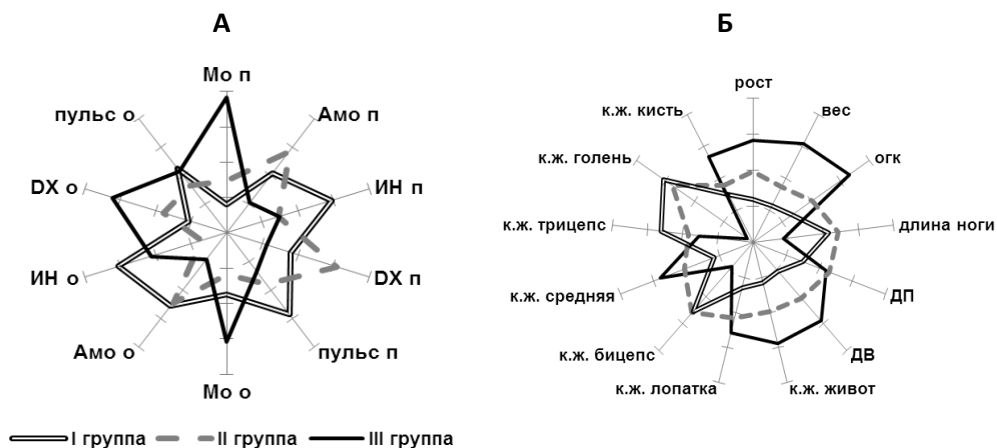


Рис. 1. Показатели морфофункционального и психофизиологического развития детей изучаемых групп: А – показатели вегетативной регуляции сердечного ритма; Б – морфологические показатели; В – психофизиологические показатели

Примечание: огк – окружность груди, дп – двуплечевой размер, дв – двувертельный размер, к.ж.с. – толщина кожно-жировой складки, лп пзмр –латентный период простой зрительно-моторной реакции, рдо о.ср. –среднее время реакций опережения, рдо з.ср. –среднее время реакций запаздывания, рдо т. –среднее количество точных реакций,

рдо сум. – суммарное время реакций отклонения, ов – объем внимания, оп – образная память.

Дети этой группы отличаются достоверно большим значением латентного периода ПЗМР, большим суммарным временем реакций отклонения при выполнении теста РДО и низкой ОП, что говорит о замедленном созревании психофизиологических функций (рис. 1 В).

Средние значения антропометрических показателей детей II группы соответствовали возрастно-половой норме, а у 62 % мальчиков и 42 % девочек установлен мезосоматический тип морфологического развития, что свидетельствует о своевременном физическом развитии, обусловленном низким уровнем солнечной активности в период пренатального онтогенеза и повышением уровня жизни в постнатальном периоде (рис. 1 А). Значения показателей сердечного ритма детей II группы свидетельствовали об уравновешенности механизмов вегетативной регуляции, проявляющейся в преобладании эйтонического типа у 60 % представителей и оптимальном функциональном состоянии сердечнососудистой системы – средние значения ИН (рис. 1 Б). Психофизиологические показатели семилетних детей II группы также соответствовали возрастной норме, а большая часть детей характеризовалась средним и высоким уровнем их сформированности (рис. 1 В). Следовательно, благоприятные условия раннего онтогенеза способствуют своевременному психофизиологическому развитию детей к 7-летнему возрасту.

У представителей III группы были установлены достоверно высокие значения исследуемых антропометрических показателей по сравнению с детьми других групп, что говорит об ускоренных темпах физического развития, приводящих к формированию макросоматического типа у 60 % семилетних детей в следствие влияния благоприятных факторов внешней среды в раннем онтогенезе (рис. 1 А). Достоверно большая толщина кожно-жировых складок на животе и под лопаткой у них по сравнению с детьми других групп обусловлена увеличением потребления углеводного компонента питания, ведущему к конституциональным изменениям морфологического развития по дигестивному типу [5; 15; 16; 18; 27].

В регуляции сердечной деятельности у детей III группы отмечалось преобладание парасимпатических влияний, о чём свидетельствуют достоверно высокие значения Мо и низкие Амо (рис. 1 Б). Значительное влияние парасимпатического отдела ВНС в регуляции сердечной деятельности у детей III группы связано с необходимостью активации трофоторпных механизмов на фоне ускоренных темпов биологического созревания, так у трети детей выявлен ваготонический тип вегетативной регуляции сердечного ритма, что значительно больше по сравнению с другими группами. Большинство семилетних детей III группы характеризовались высоким уровнем развития психофизиологических показателей: высокая скорость ПЗМР, меньшее по сравнению с другими группами среднее время реакций опережения и запаздывания, высокая ОП (рис. 1 В). Можно предположить, что ускоренные темпы биологического созревания, а также стимулирующее влияние больших информационных нагрузок в последние годы у детей в дошкольном возрасте способствуют ускоренному психофизиологическому развитию.

С помощью дисперсионного анализа было установлено различное влияние изучаемых факторов внешней среды в пренатальном периоде онтогенеза на морфофункциональные и психофизиологические показатели у детей семилетнего возраста. Наибольшую степень влияния комплекс факторов оказывает на морфологические показатели (F от 1,8 до 45,3), в меньшей степени на

функциональное состояние (F от 9,4 до 33,9) и менее всего на психофизиологические показатели (F от 1,8 до 24,3). Выявлено также дифференцированное влияние факторов внешней среды раннего онтогенеза на морфофункциональные и психофизиологические показатели семилетних детей. Доминирующее место среди изучаемого комплекса экзогенных факторов принадлежит социально-экономическим условиям жизни (F от 2,46 до 45,53), высокий уровень которых способен компенсировать неблагоприятное воздействие гелиофакторов и техногенной нагрузки [8; 10; 11].

Для решения вопроса о влиянии комплекса факторов внешней среды в период раннего онтогенеза на особенности развития ребёнка на последующих возрастных этапах, дети изучаемых групп прошли повторное комплексное психофизиологическое обследование в возрасте 13 лет.

Сравнение морфологических показателей подростков разных годов рождения на 2 этапе исследования показало, что в I группе семиклассники остаются с достоверно низкими значениями длины и массы тела, поперечных размеров и толщины кожно-жировых складок на туловище по сравнению с подростками II и III групп (табл.1). Среди подростков I группы было выявлено незначительное количество представителей с высоким ростом – 17 % девочек и 32 % мальчиков, тогда как во II группе данное соотношение составило 28 и 48 % соответственно. Наибольший процент представителей с высоким ростом был отмечен среди девочек III группы – 68 %. Помимо длины тела, девочки III группы в сравнении со школьницами I и II групп характеризовались достоверно большим значением двувертельного размера (табл. 1). Полученные результаты свидетельствуют о проявлении сочетанного влияния уровня солнечной активности и социально-экономических условий жизни раннего онтогенеза на процессы роста до подросткового возраста, подтверждая установленные ранее закономерности в работах других авторов [11; 15; 22].

При оценке гармоничности физического развития во II и III группах установлено большее число подростков с избыточной массой тела, тогда как среди девочек и мальчиков I группы их значительно меньше: 10 % и 14 % (рис. 2). Выявленные морфологические различия у подростков разных групп обусловлены также изменениями факторов образа жизни современного человека наряду с действием солнечной активности в период раннего онтогенеза. Это проявляется в увеличении углеводного компонента в пище, в особенности быстро усваиваемых углеводов, ведущих к конституциональным изменениям и развитию абдоминального ожирения, а также в снижении двигательной активности современных подростков [4; 12; 18; 24]. На это указывает достоверно большее значение толщины кожно-жировых складок в области туловища у подростков II и III групп по сравнению с подростками I группы (табл. 1).

Таблица 1

Антропометрических показатели подростков 1991, 1997 и 2002 годов рождения

Показатель	Пол	I группа М (n=100) Д (n=116)	II группа М (n=105) Д (n=110)	III группа М (n=98) Д (n=91)	p<0,05
Длина тела, см	М	149,7±2,09*	165,97±2,75	162,9±1,57*	1-2,3
	Д	157,7±1,83	162,26±1,12	166,2±0,82	1-2,3
Масса тела, кг	М	39,54±2,02*	56,17±3,01*	55,1±2,06	1-2,3
	Д	46,45±2,31	51,68±2,37	57,1±1,22	1-2,3; 2-3
Обхват грудной клетки в покое, см	М	77,9±1,87	82,47±1,65	77,3±1,16*	2-1,3
	Д	76,8±2,31	83,33±1,47	74,4±0,88	2-1,3
Длина ноги, см	М	78,9±1,98	79,32±1,73	78,7±3,35*	
	Д	80,42±1,33	80,05±0,68	84,7±0,67	3-1,2
Двуплечевой диаметр, см	М	34,33±1,22	37,37±0,68	35,5±0,51	2-1,3
	Д	33,33±1,21	36,00±0,34	35,7±0,19	1-2,3
Двувертельный диаметр, см	М	25,55±0,85*	29,63±0,68	29,06±0,49	1-2,3
	Д	28,08±0,71	30,91±0,52	31,3±0,31	1-2,3
Кожно-жировая складка на животе, мм	М	7,88±0,31	14,94±2,13	13,2±1,29	1-2,3
	Д	7,83±0,17	14,09±1,42	12,7±0,74	1-2,3; 2-3
Кожно-жировая складка под лопаткой, мм	М	7,88±0,26	11,05±1,24	9,8±1,15	1-2,3; 2-3
	Д	7,75±0,18	10,62±1,02	10,8±0,62	1-2,3
Кожно-жировая складка на плече спереди, мм	М	8,66±0,33	14,58±6,55*	7,1±0,55	2-1,3
	Д	8,42±0,29	7,38±0,69	6,2±0,49	1-2,3
Кожно-жировая складка на плече сзади, мм	М	10,66±0,37	10,94±1,45	11,2±1,07	
	Д	11,25±0,22	11,09±0,92	9,7±0,62	
Кожно-жировая складка на голени, мм	М	11,88±0,11	8,67±0,75	10,0±1,11*	2-1,3
	Д	11,08±0,08	9,0±0,55	7,7±0,34	1-2,3; 2-3
Кожно-жировая складка на кисти, мм	М	4,44±0,29	3,89±0,72	3,8±0,26	
	Д	4,42±0,19	3,14±0,17	2,8±0,11	1-3
Средняя толщина кожно-жировых складок, мм	М	8,72±0,08	10,46±1,85*	9,9±2,96	
	Д	8,79±0,07	8,89±0,59	8,2±0,58	

Примечание: * – достоверные половые различия.



Рис. 2. Гармоничность физического развития подростков 1991, 1997 и 2002 годов рождения.

Характерная особенность регуляции сердечного ритма в подростковом возрасте, проявляющаяся в преобладании адренергических влияний (преобладание лиц с симпатикотоническим типом вегетативной регуляции), в большей степени наблюдается у представителей I группы, о чём свидетельствуют низкие значения M_0 , X и высокие A_{MO} и $ЧСС$ по сравнению с подростками II и III групп (табл. 2). В итоге, почти у половины семиклассников I группы (40 % девочек и 54 % мальчиков) отмечается симпатикотонический тип вегетативной регуляции, тогда как у 34 % девочек 42 % мальчиков II группы и 33 % мальчиков III группы установлен ваготонический тип вегетативной регуляции сердечного ритма, а большинство девочек III группы (70 %) характеризуются эйтоническим типом регуляции. Выявленные различия можно объяснить более ранним завершением пубертатных изменений у подростков II и III группы в результате опережающих темпов роста и развития, вызванных сочетанным воздействием благоприятных факторов внешней среды раннего онтогенеза [3; 6].

В тоже время, продолжающаяся тенденция опережения морфофункционального развития подростков III группы, в особенности девочек, приводит к развитию значительного напряжения механизмов вегетативной регуляции, о чём свидетельствует наличие среди них 21 % представительниц с неудовлетворительным функциональным состоянием организма и уменьшение количества с оптимальным функциональным состоянием по сравнению с девочками других групп (рис. 3). Интенсивные ростовые процессы и опережающие темпы морфофункционального развития, требуют значительных затрат функциональных ресурсов организма, в том числе со стороны сердечно-сосудистой системы, что может усугубляться нерациональным образом жизни современных подростков (нарушения режима дня, эмоциональная перегруженность, низкий уровень двигательной активности)

и приводить к развитию у большинства обучающихся напряжения механизмов регуляции адаптационных систем [3].

Таблица 2

Показатели кардиоритма подростков 1991, 1997 и 2002 годов рождения

Показатель	Пол	I группа М (n=100) Д (n=116)	II группа М (n=105) Д (n=110)	III группа М (n=98) Д (n=91)	p<0,05 тоже
Мо, с (покой)	М	0,69±0,01	0,75±0,03	0,75±0,03	1-2,3
	Д	0,70±0,01	0,81±0,05	0,7±0,01	2-1,3
АМо, % (покой)	М	42,96±1,69	40,33±3,98	33,4±3,7	3-2,1
	Д	40,55±1,49	34,55±3,11	42,6±2,56	2-1,3
Х, с (покой)	М	0,25±0,01	0,31±0,03	0,36±0,05	1-2,3
	Д	0,27±0,01	0,33±0,04	0,29±0,02	2-1,3
IN, усл. ед (покой)	М	184,04±17,72	174,41±55,58	188,1±27,49	2-1,3
	Д	177,23±19,79	100,17±18,61	150,6±19,05	*
ЧСС уд/мин (покой)	М	86,06±1,15	80,05±2,63	79,4±2,6	3-1,2
	Д	85,38±1,02	79,98±4,49	83,8±1,21	*
Мо, с (ортостаз)	М	0,56±0,01	0,59±0,02	0,62±0,04	
	Д	0,56±0,01	0,65±0,04	0,57±0,01	*
АМо, % (ортостаз)	М	57,27±1,85	51,75±3,53	60,3±7,39	*
	Д	54,08±1,49	44,35±3,54	48,8±2,46	*
Х, с (ортостаз)	М	0,16±0,01	0,18±0,02	0,2±0,4	*
	Д	0,18±0,01	0,23±0,03	0,2±0,01	2-1
IN, усл. ед (орто-стаз)	М	463,28±43,64	363,38±65,8	450,9±68,5	
	Д	400,25±31,61	215,48±34,94	227,5±34,8	1-2,3
ЧСС уд/мин (орто-стаз)	М	107,42±8,92	100,87±2,69	98,5±4,9	
	Д	101,25±9,15	95,17±4,56	103,15±1,24	

Примечание: * – достоверные половые различия.

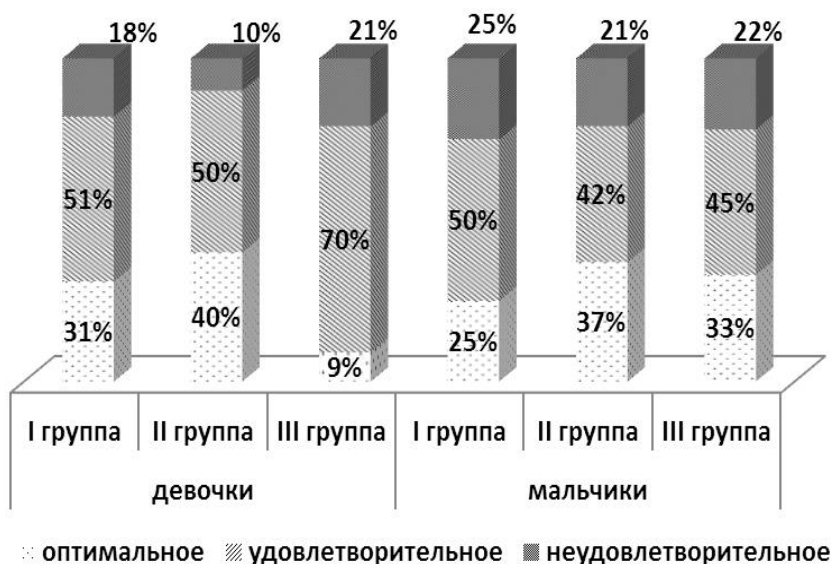


Рис. 3. Распределение подростков разных групп по уровням функционального состояния организма.

Различия в действии разных факторов раннего онтогенеза подростков сравниваемых групп отразились не только на темпах биологического созревания, но и на некоторых особенностях их психофизиологического развития (табл. 3). Так, мальчики и девочки III группы характеризовались достоверно низкими значениями среднего суммарного времени реакций отклонения, времени реакций опережения и запаздывания по тесту РДО в сравнении с подростками I и II группы, что свидетельствует о достаточно высокой степени уравновешенности нервных процессов у подростков III группы. Большие значения этих показателей были выявлены у представителей I группы, что соответствует низкой степени уравновешенности в сравнении с подростками II и III групп и говорит о нестабильности реакций ЦНС на внешнее раздражение у подростков, родившихся в период действия неблагоприятных факторов окружающей среды [2; 7; 8; 9]. При сравнении значений суммарного времени реакций запаздывания и реакций опережения установлено, что у подростков II и III групп отмечается достоверное преобладание по времени реакций запаздывания, что свидетельствует о большей выраженности тормозных процессов. Полученные результаты свидетельствуют об усилении у подростков II и в особенности III группы функции тормозного контроля ЦНС, что является более характерным для возрастного периода соответствующего завершению пубертатных изменений [7; 17]. Полученный результат обусловлен ускоренными темпами морфофункционального развития и биологического созревания подростков II III групп.

Таблица 3

*Психофизиологические показатели подростков
1991, 1997 и 2002 годов рождения*

Показатель	пол	I	II	III	P<0,05
		М (n=100) Д (n=116)	М (n=105) Д (n=110)	М (n=98) Д (n=91)	
ПЗМР (м), мс	М	317,1±4,21	326,5±11,33	313,7±6,28	
	Д	316,9±3,75	310,8±10,18	312,8±4,56	
УФП (в), мс	М	70,5±0,86	72,6±1,78	71,6±1,61	
	Д	67,5±0,65	69,4±2,06	67,8±0,81	
РДО, среднее суммарное время реакций отклонения (мс)	М	38,6±1,67*	26,6±3,08	21,4±1,14*	1-2,3
	Д	46,3±1,41*	30,04±2,34	26,6±1,01*	1-2,3
РДО, среднее время реакций опережений (мс)	М	337,2±15,81*	199,3±52,99	83,9±11,01	1-2,3;2-3
	Д	382,8±14,66*	166,9±24,61	116,0±24,12	1-2,3
РДО, среднее время реакций запаздывания, (мс)	М	333,2±15,72*	292,5±37,21*	214,3±48,1	1-3
	Д	432,5±16,64*	389,8±50,71*	213,7±16,45	3-1,2
Объём внимание, у.е.	М	8,4±0,15*	6,8±0,45	6,1±0,45*	1-2,3
	Д	7,8±0,13*	6,9±0,51	7,0±0,26*	1-2,3
Механическая память, у.е.	М	6,1±0,14	6,2±0,26	5,5±0,32*	
	Д	6,4±0,12	6,3±0,26	6,1±0,19*	

*Примечание: * – достоверность половых различий в каждой группе, p<0,0.*

В тоже время, представители I группы характеризуются достоверно высокими значениями объёма внимания по сравнению с подростками других групп, хотя в 7-летнем возрасте средне-групповое значение показателя объёма внимания детей I группы, было достоверно меньше. Выявленные изменения могут являться следствием влияния изменений образа жизни современных подростков, а так же изменениями в учебном процессе, способствующими развитию у современных подростков клипового мышления характеризующегося высокой способностью к переключению, многофункциональностью и как следствие снижением способности к анализу информации и концентрации внимания [21].

Таким образом, сочетанное влияние экзогенных факторов в период раннего онтогенеза оказывает отсроченное влияние на развитие познавательных функций, которое может корректироваться особенностями критического периода онтогенеза, а в школьный период условиями обучения.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Сочетанное воздействие комплекса факторов внешней среды в период раннего онтогенеза оказывает влияние на формирование особенностей морфофункционального и психофизиологического статуса у детей к 7-ми годам.

2. Наиболее выраженное влияние на особенности морфофункционального и психофизиологического развития детей из числа изучаемых экзогенных факторов периода раннего онтогенеза оказывают социально-экономические условия жизни.

3. Показатели физического развития организма ребёнка в период раннего онтогенеза являются наиболее чувствительными к воздействию комплекса факторов внешней среды, что подтверждается формированием к семи годам и сохраняющегося до подросткового возраста характерного морфофункционального статуса у детей разных годов рождения.

4. Особенности морфофункционального и психофизиологического развития детей, сформировавшиеся под воздействием факторов внешней среды раннего онтогенеза, могут корригироваться под воздействием факторов образа жизни к подростковому возрасту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н.А. Экология, здоровье и перспективы выживания / Н.А. Агаджанян // Зеленый мир. – 2004. – № 13-14. – С. 10-14.

2. Безруких, М.М. Трудности обучения младших школьников, имеющих нарушение психического здоровья / М.М. Безруких, С.П. Ефимова, Е.Н. Юркевич // Новые исследования. – 2003. – № 1 (4). – С. 143-152.

3. Блинова, Н.Г. Вариабельность сердечного ритма у подростков с разным типом вегетативной регуляции // Материалы VI всероссийского симпозиума с международным участием, посвященного 85-летию образования Удмуртского государственного университета «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов». Изд. центр «Удмуртский университет». – 2016. – С. 80-84.

4. Бруй, Б.П. О некоторых медико-демографических и социальных аспектах развития подростков / Б.П. Бруй, В.И. Дмитриев, М.М. Балыгин // Здравоохранение РФ. – 1999. – № 2. – С. 41-47.

5. Васильева, О.В. Питание детей грудного и раннего возраста в Нижнем Новгороде: выявленные нарушения и возможные последствия / О.В. Васильева, Е.Ф. Лукушкина, О.К. Нетребенко, Л.В. Абольян // Педиатрия. – 2002. – № 1. – С. 66-69.

6. Галеев, А.В. Использование показателей сердечного ритма для оценки функционального состояния школьников с учётом их возрастных особенностей и уровня двигательной активности / А.В. Галеев // автореферат канд. диссер. – Новосибирск, 1999. – 22 с.

7. Дубровинская, Н.В., Психофизиология ребёнка. Психофизиологические основы детской валеологии / Н.В. Дубровинская, Д.А. Фарбер, М.М. Безруких: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Владос, 2000. – 144 с.

8. Копосова, Т.С. Ранний онтогенез и психофизиологический статус ребенка / Т.С. Копосова, Е.В. Васильева, Л.В. Морозова, Л.В. Соколова // Рос. физиолог. Журн. Им. И.М.Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 8. – С. 374-375.

9. Корнилова, Т.В. Влияние нарушений социальной экологии (как условий жизни) на психологические особенности подростков / Т.В. Корнилова,

С.Д. Смирнов, Е.Л. Григоренко // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. – 2002. – № 1. – С. 3-15.

10. Кошко, Н.Н. Влияние экологических и социальных факторов в период раннего онтогенеза на морфофункциональный и психофизиологический статус семилетних детей: автореферат дис. ... канд. биол. наук / Н.Н. Кошко. – Барнаул, 2012. – 139 с.

11. Кошко, Н.Н. Влияние гелиофизических факторов периода раннего онтогенеза на формирование морфофункциональных особенностей развития в детском и подростковом возрасте / Н.Н. Кошко, Н.Г. Блинова, С.Б. Лурье // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – № 1, Т.4. – С. 15-22.

12. Кучма, В.Р. Состояние и прогноз здоровья школьников (итоги 40-летнего наблюдения) / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева // Российский педиатрический журнал. – 2007. – №1. – С. 53-57.

13. Лурье, С.Б. Факторы раннего онтогенеза и индивидуальное развитие человека / С.Б. Лурье, А.В. Сапего, С.В. Шабашева, О.М. Усольцева // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 8. – С. 380.

14. Лысенко, А.И. Роль социальных и биологических факторов в формировании состояния здоровья детей дошкольного возраста // Гигиена и санитария. – 2002. – № 3. – С. 46-48.

15. Никитюк, Б.А. Интегративная биомедицинская антропология / Б.А. Никитюк, Н.А. Корнетов. – Томск: Изд-во Томе, ун-та, 1998. – 182 с.

16. Перевощикова Н.К. Состояние здоровья детей в зависимости от вида вскармливания в раннем возрасте / Н.К. Перевощикова, Е.Д. Басманова, В.И. Коба // Российский педиатрический журнал. – 2002. – № 1. – С. 4-6.

17. Разумникова, О.М. Тормозные функции мозга и возрастные особенности организации когнитивной деятельности / О.М. Разумникова, Е.И. Николаева // Успехи физиологических наук. – 2019. – Т. 50, № 1. – С. 75-89.

18. Ровда, Ю.И. Метаболическая аномалия конституции у детей / Ю.И. Ровда, Л.М. Казакова, Н.Н. Миняйлова. – Кемерово: Мастерская цвета, 2008.

19. Рыбаков, В.П. Критические и сенситивные периоды в онтогенезе человека / В.П. Рыбаков, Т.С. Пронина, Н.И. Орлова, Л.П. Николаева // Российский физиологический журнал им. Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 8. – С. 398.

20. Сальников, В.А. Возраст в системе физического развития детей и подростков / В.А. Сальников, О.А. Сухостав // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2006. – № 1. – С. 39-45.

21. Семеновских, Т.В. Феномен «клипового мышления» в образовательной вузовской среде / Т.В. Семеновских // Интернет-журнал «Науковедение». Выпуск 5 (24), сентябрь – октябрь 2014.

22. Цыбульская, И.С. Влияние средовых факторов в антенатальном периоде на развитие плода и фенотипические особенности ребенка (ретроспективное обобщение) / И.С. Цыбульская // Электронный научный журнал «Социальные аспекты здоровья населения», 15.04.2015 г.

23. Шабашева, С.В. Влияние солнечной активности в пренатальном онтогенезе на соматические и психофизиологические особенности детей семилетнего возраста: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.В. Шабашева. – Томск, 2002. – 19 с.

24. Ямпольская, Ю.А. Физическое развитие школьников Москвы в последние десятилетия // Гигиена и санитария. – 2000. – № 5. – С. 65-71.

25. Brocki K. C., Bohlim G. Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study // Dev. Neuropsychol. – 2004. – V. 26. № 2. – P. 571.

26. Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood // Principles of frontal lobe function / Eds. D. T. Stuss, R. T. Knight. – N.Y.: Oxford University Press, 2002. – P. 466.

27. Hales C.N., Desai M., O S.B., Ozanne S.B. The dangerous road of catch-up growth. The J. of physiology. 2002. – P. 547.

28. Cheung Y.B., Low L., Osmond C. et al. Fetal growth and early postnatal growth are related to blood pressure in adults. Hypertention. – 2000; 36: 795–805.

REFERENCES

1. Agadzhanyan, H.A. E`kologiya, zdorov`e i perspektivy` vy`zhivaniya / N.A. Agadzhanyan // Zeleny`j mir. – 2004. – № 13-14. – S. 10-14.

2. Bezrukix, M.M. Trudnosti obucheniya mladshix shkol`nikov, imeyushhix narushenie psixicheskogo zdorov`ya / M.M. Bezrukix, S.P. Efimova, E.N. Yurkevich // Novy`e issledovaniya. – 2003. – № 1 (4). – S. 143-152.

3. Blinova, N.G. Variabel`nost` serdechnogo ritma u podrostkov s razny`m tipom vegetativnoj regulyacii / N.G. Blinova, N.N. Koshko, L.A. Varich // Materialy` vse-rossijskogo simpoziuma s mezhdunarodny`m uchastiem, posvyashchennogo 85-letiyu obrazovaniya Udmurtskogo gosudarstvennogo universiteta «Ritm serdca i tip vegetativnoj regulyacii v ocenke urovnya zdorov`ya naseleniya i funkcional`noj podgotovlenosti sportsmenov», Izd.cent. «Udmurtskij universitet», 2016. S. 80-84.

4. Bruj, B.P. O nekotory`x mediko-demograficheskix i social`ny`x aspektax razvitiya podrostkov / B.P. Bruj, V.I. Dmitriev, M.M. Baly`gin // Zdravooxranenie RF. – 1999. – № 2. – S. 41-47.

5. Vasil`eva, O.V. Pitanie detej grudnogo i rannego vozrasta v Nizhnem Novgorode: vy`yavlenny`e narusheniya i vozmozhny`e posledstviya / O.V. Vasil`eva, E.F. Lukushkina, O.K. Netrobenko, JI.B. Abol`yan // Pediatriya. – 2002. – № 1. – S. 66-69.

6. Galeev, A.V. Ispol`zovanie pokazatelej serdechnogo ritma dlya ocenki funkcional`nogo sostoyaniya shkol`nikov s uchyotom ix vozrastny`x osobennostej i urovnya dvigatel`noj aktivnosti: avtoreferat kand. disser. / A.V. Galeev. – Novosibirsk, 1999. – 22 s.

7. Dubrovinskaya, N.V., Psixofiziologiya rebyonka. Psixofiziologicheskie osnovy` detskoj valeologii / N.V. Dubrovinskaya, D.A. Farber, M.M. Bezrukix: ucheb. Posobie dlya stud. Vy`ssh. Ucheb. Zavedenij. – M.: Vlados, 2000. – 144 s.

8. Koposova, T.S. Rannij ontogenez i psixofiziologicheskij status rebenka / T.S. Koposova, E.V. Vasil`eva, L.V. Morozova, L.V. Sokolova // Ros.fiziolog. Zhurn. Im. I.M.Sechenova. – 2004. – T. 90, № 8. – S. 374-375.

9. Kornilova, T.V. Vliyanie narushenij social`noj e`kologii (kak uslovij zhizni) na psixologicheskie osobennosti podrostkov / T.V. Kornilova, S.D. Smirnov, E.L. Grigorenko // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 14. Psixologiya. – 2002. – № 1. – S. 3-15.

10. Koshko, N.N. Vliyanie e`kologicheskix i social`ny`x faktorov v period rannego ontogeneza na morfofunkcional`ny`j i psixofiziologicheskij status semiletnix detej: avtoreferat dis. kand. biol. Nauk / N.N. Koshko. – Barnaul, 2012. – 139 s.

11. Koshko, N.N. Vliyanie geliofizicheskix faktorov perioda rannego ontogeneza na formirovanie morfofunkcional`ny`x osobennostej razvitiya v detskom i podrostkovom vozraste / N.N. Koshko, N.G. Blinova, S.B. Lur`e // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2015. – № 1, T.4. – S. 15-22.

12. Kuchma, V.R. Sostoyanie i prognoz zdorov`ya shkol`nikov (itogi 40-letnego nablyudeniya) / V.R. Kuchma, L.M. Suxareva // Rossijskij pediatričeskij zhurnal. – 2007. – № 1. – S. 53-57.

13. Lur`e, S.B. Faktory` rannego ontogeneza i individual`noe razvitie čeloveka / S.B. Lur`e, A.V. Sapego, S.V. Shabasheva, O.M. Usol`ceva // Ros. fiziol. zhurn. im. I. M. Sechenova. 2004. – T. 90, № 8. – S. 380.

14. Ly`senko, A.I. Rol` social`ny`x i biologicheskix faktorov v formirovanii sostoyaniya zdorov`ya detej doshkol`nogo vozrasta // Gigiena i sanitariya. – 2002. – № 3. – S. 46-48.

15. Nikityuk, B.A. Integrativnaya biomedicinskaya antropologiya / B.A. Nikityuk, N.A. Kornetov. – Tomsk: Izd-vo Tome, un-ta, 1998. – 182 s.

16. Perevoshhikova N.K. Sostoyanie zdorov`ya detej v zavisimosti ot vida vskarmlivaniya v rannem vozraste / N.K. Perevoshhikova, E.D. Basmanova, V.I. Koba // Rossijskij pediatričeskij zhurnal. – 2002. – № 1. – S. 4-6.

17. Razumnikova, O.M. Tormozny`e funkcii mozga i vozrastny`e osobennosti organizacii kognitivnoj deyatel`nosti / O.M. Razumnikova, E.I. Nikolaeva // Zh. Uspexi fiziologicheskix nauk. – 2019. – t. 50, №1. – S. 75-89.

18. Rovda, Yu.I. Metabolicheskaya anomalija konstitucii u detej / Yu.I. Rovda, L.M. Kazakova, N.N. Minyajlova // Kemerovo: «Masterskaya czveta», 2008.

19. Ry`bakov, V.P. Kriticheskie i sensitivny`e periody` v ontogeneze čeloveka / V.P. Ry`bakov, T.S. Pronina, N.I. Orlova, L.P. Nikolaeva // Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. Sechenova. – 2004. – T. 90, № 8. – S. 398.

20. Sal`nikov, V.A. Vozrast v sisteme fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov / V.A. Sal`nikov, O.A. Suxostav // Fizicheskaya kul`tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. – 2006. № 1. S. 39-45.

21. Semenovskix, T.V. Fenomen «klipovogo my`shleniya» v obrazovatel`noj vuzovskoj srede / T.V. Semenovskix // Internet-zhurnal «Naukovedenie». Vy`pusk 5 (24), sentyabr` – oktyabr` 2014.

22. Cybul`skaya, I.S. Vliyanie sredovy`x faktorov v antenatal`nom periode na razvitie ploda i fenotipicheskie osobennosti rebenka (retrospektivnoe obobshhenie) / I.S. Cybul`skaya // E`lektronny`j nauchny`j zhurnal «Social`ny`e aspekty` zdorov`ya naseleeniya», 15.04.2015 g.

23. Shabasheva, S.V. Vliyanie solnečnoj aktivnosti v prenatal`nom ontogeneze na somaticheskie i psixofiziologicheskie osobennosti detej semiletnego vozrasta / S.V. Shabasheva // Avtoref. dis. kand. biol. nauk. – Tomsk, 2002. – 19 s.

24. Yampol`skaya, Yu.A. Fizicheskoe razvitie shkol`nikov Moskvy` v poslednie desyatletiya // Gigiena i sanitariya. – 2000. – № 5. – S. 65-71.

АЛГОРИТМ ОПЕРАТИВНОГО И ТЕКУЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ДЕВОЧЕК–ПОДРОСТКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Г.А. Зайцева,
Национальный исследовательский
технологический университет "МИСиС", Москва
И.И. Криволапчук¹,
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО»,
Москва
В.П. Чичерин,
Государственный университет управления, Москва

Анализ факторной и логической информативности физиологических, психологических, поведенческих и педагогических параметров у девочек 11-12 лет позволил сформировать комплекс показателей, пригодный для оперативного, текущего контроля функционального состояния (ФС) их организма. На этой основе определен алгоритм управления физической подготовкой и ФС девочек-подростков. Данный алгоритм может быть использован в процессе диагностики и управления ФС обучающихся в условиях школы.

Ключевые слова: функциональное состояние, структура, оперативное и текущее управление, физическая подготовка, алгоритм.

Algorithm of immediate and routine control of the functional states in girls-adolescents during educational process. The analysis of physical, psychological, behavioural, and pedagogical parameters among 11-12-year-old girls made it possible to formulate a set of indices suitable for immediate and routine control of functional state (FS) of their organisms. This served the base for identifying the algorithm to control the physical readiness and the FS in teenage girls. The algorithm in turn can be used for the diagnostics and control of FS of the students in a school setting.

Keywords: functional state, structure, operational and current control, physical readiness, algorithm.

В настоящее время все большее теоретическое и практическое значение приобретает проблема управления функциональным состоянием (ФС) организма учащихся в процессе их адаптации к современной образовательной среде [6; 7; 9; 13; 17; 19; 20]. В этих условиях одним из действенных средств регулирования ФС школьников может явиться направленное использование физических упражнений. Однако необходимо отметить, что педагогические аспекты проблемы управления ФС организма школьников, касающиеся методологии и технологий физической подготовки, выбора эффективных параметров тренировочных нагрузок, информативных показателей педагогического контроля, являются малоизученными как в нашей стране, так и за рубежом.

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

Цель исследования – разработать алгоритм оперативного и текущего управления ФС девочек–подростков 11-12 лет в современных условиях обучения средствами направленной физической подготовки.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие девочки 11-12 лет ($n=132$), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

В качестве напряженной когнитивной нагрузки использовали работу с буквенными таблицами Анфимова. Обследование осуществлялось в состоянии покоя и при двух тестовых нагрузках: 1) автотемп; 2) максимальный темп при наличии «угрозы наказания» [8]. Определяли показатели скорости (количество просмотренных знаков – А) и точности работы (количество ошибок – КОШ, ошибок на дифференцировку – ОД, коэффициент продуктивности – Q). Умственная работоспособность диагностировалась также до ($A_{до}$, $Q_{до}$) и после ($A_{после}$, $Q_{после}$) уроков в среду [1]. Для оценки психологических аспектов ФС использовали шкалы «Самочувствие», «Активность», «Настроение» теста САН и опросник Филлипса [10, 7].

Для оценки состояния регуляторных систем использовали математический анализ сердечного ритма [16]. Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), среднеквадратическое отклонение (SDNN), моду (M_0), амплитуду моды (AM_0), разброс кардиоинтервалов ($M \times DM_n$), стресс-индекс (SI) [16].

С помощью стандартного сфигмоманометра измеряли систолическое (СД) и диастолическое (ДД) артериальное давление крови. Рассчитывали среднее давление (САД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ВИК), индекс Мызникова (ИМ) [11].

Посредством соотнесения результативности работы с величиной вегетативных сдвигов при её выполнении оценивали эффективность деятельности. Определяли: $Q/ЧСС$, Q/SI , $Q/ДП$, $A/ЧСС$, A/SI , $A/ДП$ [8].

Для описания физической работоспособности использовали комплекс функциональных и эргометрических тестов и показателей: максимальное потребление кислорода (МПК) по Добельну; величину мощности нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC_{170}); ватт-пульс (ВтП); индекс накопления пульсового долга (ИНПД); максимальную силу (МС); предельное время работы (t_1 , t_2) при выполнении «до отказа» нагрузок большой (2 Вт/кг) и субмаксимальной (4 Вт/кг) мощности [14]. С помощью уравнения Мюллера рассчитывали значения мощности нагрузок, максимальное время выполнения которых составляло 1 ($W1$), 40 ($W40$), 240 ($W240$), 900 с ($W900$), коэффициенты, отражающие емкость аэробного (b) и соотношение возможностей аэробного и анаэробно-гликолитического источников (a) [14].

В программу изучения двигательной подготовленности входили: бег 6 мин; прыжок в длину с места; челночный бег 3x9 м; бег 20 м; поднимание туловища из положения «лежа на спине» за 1 мин; наклон вперед. Рассчитывали общую оценку физической подготовленности (ОФП).

Показатели длины и массы тела измерялись с помощью стандартных ростомера и весов. На основании этих измерений рассчитывался индекс массы тела (ИМТ).

На основе выкопировки медицинских справок и записей в индивидуальных медицинских картах анализировали острую заболеваемость [4]. Определяли: количество заболеваний (КЗ); количество дней временной нетрудоспособности по болезни (ДВН); показатель средней продолжительности одного случая заболеваемости (ПЗ).

Полученный фактический материал обработан общепринятыми методами статистического анализа. Для определения структуры ФС и выявления наиболее информативных показателей оперативного и текущего управления применяли факторный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе факторного анализа, выявлены факторы, определяющие структуру ФС девочек-подростков 11-12 лет (табл. 1): симпатическая (фактор I) и парасимпатическая (фактор II) регуляция физиологических функций; физическая работоспособность (фактор III); гемодинамическое обеспечение деятельности (фактор IV); эффективность когнитивной деятельности (фактор V); неспецифическая устойчивость организма (фактор VI). Вклад этих факторов в общую дисперсию выборки превысил 65 %.

Результаты исследования показывают, что наиболее сильную статистическую взаимосвязь с фактором симпатическая регуляция физиологических функций имели A_{m_1} ($r=0,91$), $ЧСС_1$ ($r=0,81$), $ЧСС_2$ ($r=0,80$), $ЧСС_0$ ($r=0,79$), SI_1 ($r=0,79$), SI_2 ($r=0,78$).

С фактором парасимпатическая регуляция физиологических функций наиболее сильно взаимосвязаны $MxDMn_0$ ($r=0,88$), $MxDMn_1$ ($r=0,86$), Mo_1 ($r=0,84$), $RRNN$ ($r=0,84$), $SDNN$ ($r=0,78$).

Фактор физическая работоспособность тесно связан с величинами $W240$ ($r=0,93$), $t5вт/кг$ ($r=0,87$), $ИНПД3Вт/кг$ ($r=-0,81$), $t3вт/кг$ ($r=0,74$), PWC_{170} ($r=0,72$), $ОФП$ ($r=0,72$).

С фактором гемодинамическое обеспечение деятельности сильно коррелируют величины $САД_1$ ($r=-0,82$), $САД_0$ ($r=-0,81$), $ДД_0$ ($r=-0,73$), $СД_2$ ($r=0,73$), $САД_2$ ($r=-0,71$).

В фактор эффективность когнитивной деятельности со значимыми нагрузками выделились переменные, характеризующие умственную работоспособность и эффективность реализации тестовых нагрузок. Сильную статистическую взаимосвязь с данным фактором имели Q_1 ($r=0,78$), Q_1/SI_1 ($r=0,77$), $Q_2/ДП_2$ ($r=0,75$), A_1 ($r=0,74$), настроение до уроков ($r=0,72$).

Таблица 1

Наиболее информативные показатели управления ФС девочек 11-12 лет

Фактор	Показатель	Информативность		Форма управления	
		r	уровень	оперативное	текущее
Симпатическая регуляция ФС	Амо ₁ , %	0,91	высокий	+	++
	ЧСС ₁ уд/мин	0,81	высокий	+	++
	ЧСС ₂ уд/мин	0,80	высокий	+	++
	ЧСС ₀ уд/мин	0,79	высокий	+++	+++
	SI ₁ , отн.ед.	0,79	высокий	+	++
	SI ₂ , отн.ед.	0,78	высокий	+	++
Парасимпатическая регуляция ФС	МхDMn ₀ , мс	0,88	высокий	+++	+++
	МхDMn ₁ , мс	0,86	высокий	+	++
	Mo ₁ , с	0,84	высокий	+	++
	RRNN ₀ , мс	0,84	высокий	+++	+++
	SDNN ₀ , мс	0,78	высокий	+++	+++
	МхDMn ₁ , мс	0,75	высокий	+	++
Физическая работоспо- собность	W ₂₄₀ , Вт/кг	0,93	высокий	-	+
	t _{5Вт/кг} , с	0,87	высокий	-	+
	ИНПД _{2Вт/кг} , уд/с	-0,81	высокий	+	+
	t _{3Вт/кг} , с	0,74	высокий	-	+
	PWC170	0,72	высокий	-	+
	ОФП, балл	0,72	высокий	-	++
Гемодинамическое обеспечение деятельно- сти	САД ₁ , мм.рт.ст	-0,82	высокий	+	++
	САД ₀ , мм.рт.ст	-0,81	высокий	++	+++
	ДД ₀ , мм.рт.ст	-0,73	высокий	+++	+++
	СД ₂ , мм.рт.ст	-0,73	высокий	+	++
	САД ₂ ,	-0,71	высокий	+	++

	мм.рт.ст				
	СДо, мм.рт.ст	-0,71	высокий	+++	+++
Эффективность когнитивной деятельности и эмоциональное состояние	Q ₁ , отн.ед.	0,78	высокий	+++	++++
	Q ₁ /SI ₁	0,77	высокий	–	+
	Q ₂ /ДП ₂	0,75	высокий	–	+
	A ₁ , знаков	0,74	высокий	+++	+++
	Настроение	0,72	высокий	+++	+++
	A ₂ /ДП ₂	0,70	высокий	–	+
Неспецифическая устойчивость организма	Число дней болезни	0,91	высокий	–	+

Примечание: Индексы Q_1, Q_2 – показатели ФС в покое, при информационной нагрузке в авто– и максимальном темпе, соответственно.

Фактор «неспецифическая устойчивость организма» объединил 3 переменные, отражающие острую заболеваемость подростков (см. табл. 1). Максимальное значение факторного коэффициента по фактору имел показатель общего числа дней болезни ($r=0,91$).

Таким образом, ФС девочек 11-12 лет в условиях школы, характеризуется уровнем количественных и качественных параметров когнитивной деятельности и её вегетативного обеспечения, степенью развития аэробной и анаэробной работоспособности, двигательной подготовленностью и устойчивостью к простудным заболеваниям.

Для реализации задачи управления ФС девочек-подростков в условиях образовательного учреждения, из числа показателей, отобранных в результате факторного анализа, был сформирован диагностический комплекс, включающий наиболее информативные показатели, относящиеся к разным факторам (см. табл. 1).

Для определения показателей, наиболее пригодных для реализации оперативного и текущего управления ФС девочек-подростков проводился опрос школьных психологов, социальных педагогов, классных руководителей, учителей физической культуры, преподавателей вузов и научных работников соответствующего профиля. В опросе приняли участие 36 респондентов. На основе факторного анализа и опроса квалифицированных специалистов сформирован комплекс тестов, позволяющий проводить оперативную и текущую диагностику ФС девочек-подростков в процессе обучения. Показатели, отмеченные тремя знаками «плюс» в таблице 1, являются наиболее добротными.

В таблице 2 описаны основы оперативного и текущего управления ФС девочек 11-12 лет в процессе физической подготовки в школе. Объектом оперативного управления, предусматривающего достижение заданных характеристик ФС в процессе обучения, являлись срочные изменения ФС во время и сразу после выполнения отдельных физических упражнений и их комплексов на уроках физиче-

ской культуры, а объектом текущего управления – отставленные изменения ФС, возникающие после выполнения физических упражнений и их комплексов в недельном цикле обучения.

В ходе дальнейшей работы на основе анализа данных литературы [2; 5; 12; 15] и результатов собственных экспериментальных исследований предложен алгоритм управления ФС девочек-подростков в ходе обучения, включающий следующие основные этапы: 1) сбор информации о ФС школьниц и информационно-образовательной среде школы; 2) анализ полученной информации; 3) принятие решений о стратегии физической подготовки в ходе управления ФС школьниц, составление документов планирования (годового плана-графика, поурочного плана на четверть, конспектов уроков); 4) реализация программ и планов физической подготовки, контроль ФС школьниц; 5) контроль хода реализации программ и планов, внесение необходимых изменений в годовой план-график, поурочный план на четверть, конспекты уроков, уточнение их содержания, контроль изменений ФС, его коррекция.

Таблица 2

Основы оперативного и текущего управления ФС девочек 11-12 лет в процессе физической подготовки в школе

Структура управления	Процесс физической подготовки	Функциональное состояние
Оперативное управление на основе учета педагогических, медико-биологических и психологических показателей	Измерение и оценка параметров физической нагрузки при выполнении упражнения, комплекса упражнений, отдельно занятия по физическому воспитанию. Внесение необходимых коррекций.	Измерение и оценка динамики наиболее информативных показателей ФС школьника во время выполнения или сразу после окончания упражнения, комплексов упражнений, занятия по физическому воспитанию. Коррекция оперативного ФС.
Текущее управление на основе учета педагогических, медико-биологических и психологических показателей	Планирование и анализ динамики суммарной величины физической нагрузки в недельном цикле обучения и определение рационального соотношения её параметров. Внесение необходимых коррекций.	Регистрация и анализ повседневных изменений ФС школьниц, обусловленных систематическими занятиями физическими упражнениями в динамике учебной недели на основе использования наиболее информативных показателей. Коррекция текущего ФС.

Как известно, эффективность управления ФС занимающегося определяется многими элементами, которые могут быть условно сведены к трем основным группам: предпосылки; процесс; реализация [2; 21]. В соответствии с необходимостью управления ФС занимающихся в процессе физической подготовки выделяют несколько видов управления [5; 12; 18; 21 и др]: этапное управление; текущее управление и оперативное управление. Учет этих элементов в их сложной взаимосвязи необходим для благоприятного протекания процесса управления [12; 15]. Основой для управления ФС занимающихся служат многообразные и посто-

янно изменяющиеся приспособительные возможности их организма, информация о которых передается при помощи обратной связи четырех типов [15]: 1) информация, идущая от занимающегося к учителю физической культуры (самочувствие, настроение, отношение к процессу физического воспитания и т.д.); 2) информация об особенностях поведения занимающегося (объем работы, ее выполнение, замеченные ошибки и т.д.); 3) данные о срочном функциональном (тренировочном) эффекте (величина и характере сдвигов в физиологических системах, вызванных физической и умственной нагрузкой); 4) сведения об отставленном и кумулятивном функциональном эффекте (изменения ФС в целом, физической работоспособности и двигательной подготовленности, в частности) [3; 15; 21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ факторной и логической информативности физиологических, психологических, поведенческих и педагогических параметров девочек 11-12 лет позволил сформировать комплекс показателей, пригодный для оперативного, текущего контроля ФС их организма.

На этой основе определен алгоритм управления ФС девочек-подростков. Данный алгоритм может найти применение в условиях общеобразовательной школы для оперативного и текущего регулирования ФС организма в процессе обучения на основе использования средств физического воспитания. Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 18-013-00649а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропова М.В. Методические рекомендации по физиологическому изучению учебной нагрузки. – М.: Изд-во АПН СССР, 1984. – 67 с.
2. Верхошанский Ю.В. Тренировочный процесс как объект управления // Программирование и организация тренировочного процесса. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – С.14-26.
3. Волков Н.И., Олейников В.И. Биоэнергетика спорта: Монография. – М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.
4. Гигиена детей и подростков / под ред. Г.Н. Сердюковской, А.Г. Сухарева. – М.: Медицина, 1986. – 496 с.
5. Годик М.А. Спортивная метрология. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 156 с.
6. Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А., Безруких М.М. Психофизиология развития: Психофизиологические основы детской валеологии. – М.: Владос, 2000. – 144 с.
7. Костяк Т.В. Психологическая адаптация первоклассников. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 176 с.
8. 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.

9. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Гармаева И.Ю. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1183-1188.
10. Микляева А.В., Румянцева П.В. Школьная тревожность: диагностика, профилактика, коррекция. – СПб.: Речь, 2007. – 248 с.
11. Мызников И.Л. Оценка адаптивного поведения организма по гемодинамическим параметрам // Гигиена и санитария. – 1993. – № 1. – С. 62-63.
12. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте: Общая теория и ее практические приложения. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
13. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2009. – 432 с.
14. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.
15. Швеллнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине. – М.: Практика, 2011. – 672 с.
16. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
17. Galanti M.R., Hultin H., Dalman C., Engström K, Ferrer-Wreder L, Forsell Y., Karlberg M, Lavebratt C., Magnusson C, Sundell K, Zhou J., Almroth M., Raffetti E. School environment and mental health in early adolescence - a longitudinal study in Sweden (KUPOL) // BMC Psychiatry. – 2016. – Vol. 16, №16. – P. 243.
18. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. Physiology of Sport and Exercise. – Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2015. – 640 p.
19. Mangina C.A. Developmental psychophysiology of learning abilities and disabilities: effective diagnosis and treatment // Inter. Journ. Psychophysiol. – 1989. – Vol. 7, № 2-4. – P. 305-312.
20. Quas J.A., Yim I.S., Oberlander T.F., Nordstokke D., Essex M.J., Armstrong J.M., Bush N., Obradović J., Boyce W.T. The symphonic structure of childhood stress reactivity: patterns of sympathetic, parasympathetic, and adrenocortical responses to psychological challenge // Dev Psychopathol. – 2014. – Vol. 26, № 4, – P. 963-982.
21. Zaporozhanov VA, Borachinski T. Empiric reliability of diagnostic and prognostic assessments of physical condition of children, practicing sports // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports. – 2012. – Vol. 11. – P. 38-42.

REFERENCES

1. Antropova M.V. Metodicheskie rekomendacii po fiziologo-gigienicheskomu izucheniyu uchebnoj nagruzki [Guidelines for the physiological and hygienic study of the workload]. – Moscow, APN SSSR, 1984. – 67 p.
2. Verhoshanskij YU.V. Trenirovochnyj process kak ob"ekt upravleniya Programmirovanie i organizaciya trenirovochnogo processa [The training process as an object of control. Programming and organization of the training process.]. Moscow, Fizkul'tura i sport, 1985, pp.14-26.

3. Volkov N.I., Olejnikov V.I. Bioenergetika sporta: Monografiya [Bioenergy Sports: Monograph]. Moscow, Sovetskij sport, 2011, 160 p.
4. Gigiena detej i podrostkov [Hygiene of children and adolescents], edited by A.G. Sukharev, N.G. Serdyukovskaya, Moscow, Medicina, 1986, 496 p.
5. Godik M.A. Sportivnaya metrologiya [Sports metrology], Moscow, Fizkul'tura i sport, 1987, 156 p.
6. Dubrovinskaya N.V., Farber D.A., Bezrukih M.M. Psihofiziologiya razvitiya: Psihofiziologicheskie osnovy detskoj valeologii [Psychophysiology of development: Psychophysiological foundations of pediatric valeology]. Moscow, Vldos, 2000, 144 p.
7. Kostyak T.V. Psihologicheskaya adaptaciya pervoklassnikov [Psychological adaptation of first graders]. Moscow, Izdatel'skij centr «Akademiya», 2008, 176 p.
8. Krivolapchuk I.A., Suheckij V.K. Psihofiziologicheskaya harakteristika funkcional'nogo sostoyaniya podrostkov na raznyh stadiyah polovogo sozrevaniya v usloviyah informacionnoj nagruzki [Psychophysiological characteristics of the functional state of adolescents at different stages of puberty under conditions of information load]. Fiziologiya cheloveka, 2005, vol.31, no. 6, pp. 13–25.
9. Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Tarmaeva I.YU. Psihofiziologicheskoe sostoyanie detej v usloviyah informatizacii ih zhiznedeyatel'nosti i intensivizacii obrazovaniya [Psychophysiological state of children in the conditions of informatization of their life and education intensification], Gigiena i sanitariya, 2016, vol. 95, no. 12, pp. 1183-1188.
10. Miklyaeva A.V., Rumyanceva P.V. SHkol'naya trevozhnost': diagnostika, profilaktika, korrekciya [School anxiety: diagnosis, prevention, correction.]. St. Petersburg, Rech', 2007, 248 p.
11. Myznikov I.L. Ocenka adaptivnogo povedeniya organizma po gemodinamicheskim parametram [Assessment of adaptive behavior of an organism by hemodynamic parameters]. Gigiena i sanitariya, 1993, no. 1, pp. 62-63.
12. Platonov V.N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte: Obshchaya teoriya i ee prakticheskoe prilozheniya [The system of training athletes in Olympic sports: General theory and its practical applications]. Moscow, Sovetskij sport, 2005, 820 p.
13. Razvitie mozga i formirovanie poznavatel'noj deyatelnosti rebenka [The development of the brain and the formation of cognitive activity of the child] / Ed.. D.A. Farber, M.M. Bezrukih, Moscow, Publishing House of the Moscow Psychological and Social Institute, 2009, 432 p.
14. Son'kin V.D., Tambovceva R.V. Razvitie myshechnoj energetiki i rabotosposobnosti v ontogeneze [The development of muscle energy and performance in ontogenesis]. Moscow, Publishing House «LIBROKOM», 2011, 368 p.
15. Schwellnus M. Olimpijskoe rukovodstvo po sportivnoj medicin [Olympic Guide to Sports Medicine]. Moscow, Praktika, 2011, 672 p.
16. Shlyk N.I. Serdechnyj ritm i tip reguljacii u detej, podrostkov i sportsmenov [Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes]. Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskij universitet», 2009, 259 p.
17. Galanti M.R., Hultin H., Dalman C., Engström K, Ferrer-Wreder L, Forsell Y., Karlberg M, Lavebratt C., Magnusson C, Sundell K, Zhou J., Almroth M., Raffetti E.

School environment and mental health in early adolescence - a longitudinal study in Sweden (KUPOL), BMC Psychiatry, 2016, vol. 16, no.16, pp. 243.

18. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. Physiology of Sport and Exercise, Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2015, 640 p.

19. Mangina C.A. Developmental psychophysiology of learning abilities and disabilities: effective diagnosis and treatment, Inter. Journ. Psychophysiol, 1989, vol. 7, no. 2-4, pp. 305-312.

20. Quas J.A., Yim I.S., Oberlander T.F., Nordstokke D., Essex M.J., Armstrong J.M., Bush N., Obradović J., Boyce W.T. The symphonic structure of childhood stress reactivity: patterns of sympathetic, parasympathetic, and adrenocortical responses to psychological challenge, Dev Psychopathol, 2014, vol. 26, no. 4, pp. 963-982.

21. Zaporozhanov VA, Borachinski T. Empiric reliability of diagnostic and prognostic assessments of physical condition of children, practicing sports // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports, 2012, vol. 11, pp. 38-42.

ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ КОЖИ В ОТВЕТ НА ЛОКАЛЬНЫЕ ХОЛОДОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ У ДЕВОЧЕК-СПОРТСМЕНОК 13–16-ЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА

Н.И. Орлова*¹, Р.М. Васильева*, А.Д. Колесов**

Т.С. Пронина, В.Д. Сонькин*

*ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

**ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Москва

В работе показано, что применение локального охлаждения и стандартной физической нагрузки вызывает существенные изменения температурной реакции кожи у девочек-спортсменок 13–14, 14–15 и 15–16-летнего возраста в области шеи, груди, плеча и спины.

Действие стандартной физической нагрузки меняет направленность термогенной реакции на повторное локальное холодное воздействие у целого ряда девочек-спортсменок 13–16-летнего возраста в исследуемых областях тела, причем с возрастом их число увеличивается. Интенсивность температурной реакции кожи на локальное охлаждение и стандартную физическую нагрузку от 13–14-ти к 14–15-ти годам увеличивается.

Ключевые слова: локальное охлаждение, стандартная физическая нагрузка, девочки-спортсменки 13-16 лет, термовегетативная реакция кожи.

Features of skin thermoregulatory reaction to local cold exposure and physical activity in female athletes aged 13-16 years old. *The paper states that the use of local cold exposure and standard physical activity causes significant changes in the temperature reaction of the skin in female athletes aged 13-14, 14-15, and 15-16 years old in the neck, chest, shoulder, and back areas.*

The standard physical activity changes the thermogenic reaction to repeated local cold exposure in a number of female athletes aged 13-16 years old in these areas of the body, and their number increases with age. The intensity of the skin temperature reaction to local cold exposure and standard physical activity increases from 13-14 to the age of 14-15 years old.

Keywords: local cold exposure, standard physical load, female athletes of 13-16 years of age, termo-vegetative skin reaction.

Температура кожи человека является одним из интегративных показателей состояния организма, оценка которого играет значительную роль различных ситуациях, связанных с адаптацией к факторам внешней среды, к физической нагрузке, и отражает интенсивность теплоотдачи, зависящей от теплопродукции, состояния кожных сосудов и активности потоотделения [4; 5]. При этом температура

Контакты: ¹ Орлова Н.И. – E-mail:< ninalynx@list.ru>

кожи в разных участках поверхности тела отражает несколько различающиеся физиологические процессы. Так, например, в области плеча под поверхностью кожи нет внутренних структур, обладающих повышенной термогенной активностью, поэтому температура на этом участке отражает системную температуру организма, т.е. повышается, когда интенсивность метаболических процессов растет, а их экономичность падает [7]. В тех же областях организма, где по сведениям, полученным на основании проведения тепловизионных съемок, можно предположить наличие активной подкожной термогенной структуры – бурой жировой ткани (БЖТ), характер динамики кожной температуры должен быть иным [1; 6; 7]. К этим местам относятся в первую очередь шейная и надключичная области, область грудины спереди и несколько небольших фрагментов на спине вдоль позвоночного столба между лопатками [1; 3; 6]. Исследованиями ряда авторов показано, что работа БЖТ может иметь отношение к нормализации состояния внутренней среды после таких функциональных воздействий, как локальное охлаждение и физическая нагрузка [1; 3; 6].

В предыдущих публикациях были подробно рассмотрены и описаны изменения кожной температуры в четырех указанных выше областях тела в ответ на стандартную физическую нагрузку у девочек 13-14 и 14-15-летнего возраста и высказано предположение об увеличении с возрастом под влиянием систематических тренировок количества БЖТ в области грудины и на шее [2].

Целью настоящей работы явилось изучение температурной функции кожи в ответ на локальное охлаждение до и после стандартной физической нагрузки у девочек 13–14, 14–15 и 15–16-летнего возраста систематически занимающихся плаванием.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие девочки-пловчихи 13–14, 14–15 лет и 15–16 лет (по 10 человек в каждой группе), часть тестируемых (от 5-ти до 8-ми человек) составили одни и те же спортсменки. С нашей точки зрения наибольший интерес представляют данные, полученные в ходе исследования этой группы.

Эксперимент проводился по следующей схеме: 1) исходное состояние (мышечный покой и комфортная температура в течение 2–3-х мин.), затем 1-минутное погружение кистей рук в воду t 16-17°C – первая холодовая проба, восстановительный период около 10 минут;

2) 3-минутная велоэргометрическая нагрузка мощностью 100 ватт (14 км/час), восстановительный период около 10 минут;

3) вторая 1-минутная холодовая проба (погружение кистей рук в воду t 16–17°C), восстановительный период около 10 минут.

Мониторинг температуры кожи проводился в течение всего периода исследования методом «Термохрон iButton» [4; 5] с 1-минутным интервалом измерения в четырех местах: на шее над ключицей, на груди, плече и спине между лопатками.

Для исследования температурной динамики указанных участков кожи на охлаждение и велоэргометрическую нагрузку на индивидуальных графиках тестируемых была подсчитана интегральная площадь температурных сдвигов под

кривой методом трапеции [8] в течение 5 минут восстановительного периода после физической нагрузки и двух холодных проб.

В начале эксперимента у тестируемых измеряли рост, вес, рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) по Кетле (M/L^2).

Предварительно испытуемые и их родители были ознакомлены с процедурой тестирования и дали согласие на участие в исследовании. В процессе эксперимента принимал участие тренер, работающий с детьми.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные представлены в **таблице**. Так, в области **шеи** первое локальное охлаждение вызывает повышение термогенной реакции в подавляющем большинстве случаев: 6 испытуемых из 7-ми человек – группа 13–14-летних, у всех 14–15-летних и у 4-х из 5-ти 15–16-летних спортсменов.

Работа на велоэргометре выявляет следующую картину: у 4-х тестируемых 13–14-летнего возраста и 7-ми спортсменов 14–15-лет наблюдается повышение, а у трех девочек 13–14 и одной 14–15 лет – понижение температурной реакции. В группе девочек 15–16 лет в 2-х случаях наблюдается повышение и в 3-х – понижение температурной реакции.

Повторное охлаждение выявляет повышение температурной реакции у 5-ти девочек 13–14, 6-ти – 14–15 и одной 15–16 лет, в остальных случаях имеет место снижение температуры кожи.

Анализ индивидуальных данных показал, что физическая нагрузка меняет направленность температурной реакции в области шеи на локальное охлаждение среди девочек 13–14 лет в одном случае из 7-ми, в группе 14–15-летних – в 4-х случаях из 8-ми и в 15–16-летнем возрасте у 4-х из 5-ти испытуемых (табл. 1).

В области **груди** первая холодная проба вызывает повышение термогенной реакции кожи у 6-ти из 7-ми девочек 13–14 лет, у 7-ми из 8-ми тестируемых 14–15 и у 4-х из 5-ти испытуемых 15–16 летнего возраста.

Выполнение физической нагрузки выявляет повышение температурной реакции в 5-ти из 6-ти случаев в группе 13–14-летних, у 7-ми из 8-ми испытуемых 14–15 и четырех из пяти – 15–16 лет.

При повторном охлаждении повышение термогенной реакции имеет место у 5-ти из 6-ти 13–14-летних и у 6-ти из 8-ми девочек 14–15 лет. В группе 15–16-летних подростков у 4-х из 5-ти испытуемых, напротив, наблюдается снижение энергетической реакции.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в области **груди** работа на велоэргометре меняет направленность ответной температурной реакции на локальное охлаждение в группе девочек 13–14 лет в одном случаях из 6-ти, у пловчих 14–15 лет – в 4-х случаях из 8-ми, а среди подростков 15–16 лет – у трех из пяти человек (табл.).

После первой холодной пробы в области **плеча** (табл.) у подавляющего большинства девочек 13–14 и 14–15 лет (5 случаев из 6-ти и 7 – из 8 тестов соответственно) наблюдается повышение кожной температуры. В группе 15–16-летних у трех человек имеет место снижение, а у двух испытуемых – повышение кожной температуры.

Таблица 1

Температурная реакция в разных участках тела девочек–спортсменок 13–16 лет в ответ на различные функциональные воздействия. Стрелки (↑↓) обозначают направленность температурных изменений по отношению к исходному уровню

Фамилия, имя	1-ая холодовая проба			Проба с физ. нагрузкой			2-ая холодовая проба		
	13–14 лет	14–15 лет	15–16 лет	13–14 лет	14–15 лет	15–16 лет	13–14 лет	14–15 лет	15–16 лет
Шея									
1.Г.К.	↑0,27	↑0,7	↑0,08	↑0,72	↑3,42	↓0,39	↑0,81	↑2,98	↓1,61
2.З.В.	↑0,44	↑1,75	–	↓0,3	↑2,56	–	↓0,48	↓1,58	–
3.Л.Л.	↑0,52	↑2,64	↑0,3	↑0,2	↓0,17	↑0,4	↑0,48	↓1,16	↑0,18
4.М.В.	Нет реак- ции	↑0,78	↑0,1	↓0,1	↑1,96	↑0,28	↓0,2	↑1,51	↓0,17
5.М.Д.	↑0,72	↑1,48	–	↑0,67	↑0,98	–	↑0,33	↓2,84	–
6.П.П.	↑0,16	↑0,38	↑0,04	↓0,15	↑1,6	↓1,0	↑0,2	↑1,3	↓2,24
7.Т.В.	↑0,08	↑0,25	–	↑0,45	↑1,35	–	↑0,41	↑0,5	–
8.Е.Я.	–	↑1,26	↓0,3	–	↑2,08	↓0,77	–	↓0,02	↓1,28
Грудь									
1.Г.К.	↑0,37	↑1,49	↑0,1	–	↑1,5	↑0,12	–	↑1,65	↓1,83
2.З.В.	↑0,09	↑0,39	–	↑0,68	↑1,63	–	↑0,64	↓2,73	–
3.Л.Л.	↑0,11	↑1,68	↑0,45	↑1,15	↑2,95	↑0,14	↑1,21	↑1,05	↓0,34
4.М.В.	↓0,2	↑1,0	↑0,1	↑0,07	↑1,79	↑0,88	↑0,2	↑1,37	↓0,77
5.М.Д.	↑0,35	↑0,11	–	↓1,77	↑4,83	–	↓0,49	↑2,9	–
6.П.П.	↑0,39	↓0,95	↓0,45	↑0,35	↑1,25	↓0,07	↑0,28	↑1,02	↓0,75
7.Т.В.	↑0,63	↑0,03	–	↑0,75	↓0,32	–	↑1,73	↑0,05	–
8.Е.Я.	–	↑1,0	↑0,72	–	↑1,08	↑1,49	–	↓0,75	↑0,78
Плечо									
1.Г.К.	↑0,24	↑1,38	↓0,28	↑0,96	↑2,09	↑0,13	↑2,12	↑1,98	↓1,76
2.З.В.	↑0,34	↑0,56	–	↓1,57	↑2,06	–	↓1,18	↓2,15	–
3.Л.Л.	↑0,22	↑0,96	↑0,63	↑1,03	↑1,61	↑0,34	↑1,0	↓3,2	↑0,97
4.М.В.	–	↓1,7	↑0,22	–	↓0,83	↓0,11	–	↑1,05	↓1,22
5.М.Д.	↑0,4	↑0,28	–	↑1,08	↑1,3	–	↑0,15	↓2,4	–
6.П.П.	↓0,1	↑0,56	↓0,49	↑0,38	↑2,08	↓1,63	↑0,33	↑2,27	↓2,4
7.Т.В.	↑0,07	↑0,42	–	↑0,76	↑0,94	–	↑1,42	↑3,48	–
8.Е.Я.	–	↑0,98	↓0,24	–	↑1,99	↓1,38	–	↓0,67	↓1,95
Спина									
1.Г.К.	↑0,22	↑0,85	↓0,4	↑1,33	↑3,03	↑0,57	↑2,04	↑3,26	1,72↓
2.З.В.	↑0,19	↑0,75	–	↓0,3	↑2,15	–	↑1,09	↓0,48	–
3.Л.Л.	↑0,21	↑0,96	↑0,38	↑0,58	↑2,75	↓0,87	↑0,32	↑0,83	↓2,4
4.М.В.	↑0,52	↓0,41	↑0,26	↑1,0	↑1,22	↑1,24	↑2,23	↓2,6	↓0,58
5.М.Д.	↑0,3	↓0,13	–	↑1,39	↑1,16	–	↑1,5	↓2,32	–
6.П.П.	↓0,28	↓0,28	↓0,33	↑1,12	↑2,38	↑0,97	↑0,49	↑1,97	↑0,23
7.Т.В.	↑0,32	↑2,3	–	↑1,1	↑0,94	–	↑1,2	↑4,54	–
8.Е.Я.	–	↑1,17	↑0,28	–	↑2,78	↑0,72	–	↑0,4	↑1,9

Физическая работа сопровождается повышением термогенной реакции кожи у 13–14-летних пловчих в 5-ти из 6-ти случаев и в 7-ми из 8-ми случаев у 14–15-летних спортсменок. Из 5-ти подростков 15–16 лет только у 2-х наблюдается повышение, а у остальных 3-х – снижение температурной реакции.

Повторное охлаждение выявило повышение температуры кожи в группе 13–14-летних в 2-х из 6 случаев. У половины 14–15-летних спортсменок (4 девочки) наблюдается повышение, а у другой половины – понижение температурной реакции кожи плеча.

Результаты исследования показали изменение направленности термогенной реакции кожи плеча на локальное охлаждение после физической нагрузки у двух из шести девочек 13–14 лет, у пяти из восьми пловчих 14–15 лет и у одной из пяти испытуемых 15–16-летнего возраста.

В области **спины** (табл.) первое локальное охлаждение выявляет повышение температурной реакции у 6-ти из 7-ми пловчих 13–14 лет, у 5-ти из 8-ми 14–15-летних и у 3-х из 5-ти 15–16-летних спортсменок.

Работа на велоэргометре вызывает повышение температурной реакции у большинства девочек обследуемой выборки: у 6-ти из 7-ми 13–14-летних, у всех девочек 14–15-лет и у 4-х из 5-ти 15–16-летних подростков.

После повторного охлаждения наблюдается повышение температурной реакции у всех девочек 13–14 лет, 5-ти из 8-ми пловчих 14-15 лет и двух 15–16-лет.

Изменение направленности температурной реакции кожи спины на холодовое воздействие после 3-минутной работы на велоэргометре наблюдается у одной из 7-ми девочек 13–14 лет, двух из 8-ми спортсменок 14–15 лет и у трех испытуемых 15–16-летнего возраста.

Итак, полученные данные свидетельствуют о том, что действие стандартной физической нагрузки меняет направленность термогенной реакции на повторное локальное холодовое воздействие у целого ряда девочек-спортсменок 13–16-летнего возраста в области шеи, груди, плеча и спины, причем с возрастом их число увеличивается.

В настоящее время для обозначения факультативной теплопродукции, вызванной различными функциональными воздействиями, к числу которых относятся локальное охлаждение и накопление молочной кислоты в результате мышечной деятельности, широко используется термин «гомеостатический несократительный термогенез» (ГНСТ), выполняющий существенную функцию в поддержании температурного гомеостаза [9]. Так, в случае острого холодового воздействия ГНСТ активируется в течение нескольких секунд и достигает максимума уже через 1–2 минуты после начала холодовой экспозиции [7], а затем настолько же быстро инактивируется – почти сразу после ее окончания. В восстановительном периоде после физической нагрузки к функциям ГНСТ добавляется утилизация образующейся в результате работы молочной кислоты [1].

Как уже отмечалось выше, интенсивность термогенной реакции мы определяли по площади сдвига под кривой температуры по отношению к исходному уровню.

Сравнение площади температурных сдвигов у девочек разных возрастных групп показало, что в области **шеи** после первого локального охлаждения площадь температурных сдвигов увеличивается в 2,1–5,1 раза, сохраняя одинаковую

направленность реакции у всех испытуемых от 13–14 к 14–15 годам. К 15–16 годам диапазон температурной реакции, вне зависимости от ее направленности существенно уменьшается у всех тестируемых (табл.).

В области **груди** первое локальное охлаждение выявляет, что от 13–14 к 14–15 годам у 4-х из семи тестируемых площадь температурной реакции в 4–15,3 раза увеличивается, а у трех девочек значительно уменьшается (в 3,2–21 раз). К 15–16 годам диапазон температурных изменений существенно (1,4–14,9 раз уменьшается) – табл.

В области **плеча** у пяти из шести испытуемых от 13–14 к 14–15 годам площадь температурных сдвигов увеличивается в 1,6–7 раз, а к 15–16 годам у всех протестированных уменьшается в 1,3–22,3 раза (табл.).

В области **спины** наблюдается следующая картина: от 13–14 к 14–15 годам у трех девочек выявляется повышение диапазона температурной реакции в 2,3–7,1 раза, а у одной площадь сдвига температуры остается без изменений. К 15–16 годам у части испытуемых площадь температурных сдвигов также уменьшается (табл.).

Следовательно, локальное охлаждение вызывает существенные изменения температурной реакции в различных участках организма девочек-подростков. Диапазон термовегетативной реакции и направленность зависят от возраста испытуемых и исследуемой области тела.

Действие стандартной физической нагрузки также вызывает значимые изменения в энергетической функции организма. Так, в области **шеи** в период от 13–14 до 14–15 лет в 6-ти случаях из 7-ми площадь температурных сдвигов увеличивается от 1,5–19 раз, а у одной испытуемой, диапазон изменений термовегетативной функции остается относительно стабильным на фоне смены направленности реакции. От 14–15 к 15–16 годам у 4-х тестируемых из 5-ти имеет место уменьшение и только у одной увеличение площади сдвигов температуры кожи (табл.).

В области **груди** выявляются следующие изменения: от 13–14 к 14–15 годам у 5-ти из 6-ти обследованных площадь температурных сдвигов увеличивается в 2,4–25,6 раз и только в одном случае уменьшается в 2,3 раза. К 15–16-ти годам в 4-х случаях из 5-ти наблюдается уменьшение диапазона температурной реакции (в 2–21,1 раза) и лишь в одном – увеличение в 1,4 раза (табл.).

В области **плеча** у всех шести тестируемых 13–14 лет при переходе в следующую возрастную группу обнаружено увеличение площади функциональных сдвигов температурной реакции в 1,2–5,5 раза, а к 15–16 годам – диапазон изменений термовегетативной функции существенно уменьшается (табл.).

В области **спины** к 14–15-ти годам у 5-ти из 7-ми обследованных девочек выявляется увеличение площади температурных сдвигов в 2,1–7,2 раза по сравнению с предыдущей возрастной группой, а у двух испытуемых – практически не меняется. По достижении 15–16-летнего возраста диапазон колебаний энергетической функции у четырех испытуемых существенно уменьшается и только в одном случае остается без изменений.

Таким образом, действие локального охлаждения и стандартной физической нагрузки выявляют рост интенсивности термовегетативной функции кожи у большей части девочек-спортсменок в возрастной период от 13–14-ти до 14–15-ти лет в области шеи, груди спины и плеча. При этом обращает внимание большой

разброс в индивидуальных величинах площади температурных сдвигов испытуемых на разных участках поверхности тела.

Уменьшение площади температурных сдвигов в возрастной промежуток от 14–15 до 15–16 лет в ответ на данные функциональные воздействия возможно обусловлено достижением спортсменками уровня половозрелости, присущего взрослому организму (V-ой стадии полового созревания), и как следствие изменению гормонального статуса их организма. Известно, что половые гормоны, влияющие как на работу вегетативной нервной системы, так и на такие структуры мозга, как гипофиз и гипоталамус, в супрахиазматических ядрах которого локализован центр терморегуляции, то есть оказывают существенное влияние на тепловой баланс организма. Можно предположить, что уменьшение диапазона реакции энергетической функции к 15–16 годам, способствующего более экономичному характеру работы организма в целом, связано с возрастными особенностями подростков.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что применение локального охлаждения и стандартной физической нагрузки вызывает существенные изменения температурной реакции кожи у девочек-спортсменок 13–14, 14–15 и 15–16-летнего возраста в области шеи, груди, плеча и спины.

2. Показано, что действие стандартной физической нагрузки меняет направленность термогенной реакции на повторное локальное холодное воздействие у целого ряда девочек-спортсменок 13–16-летнего возраста в области шеи, груди, плеча и спины, причем с возрастом их число увеличивается.

3. Интенсивность температурной реакции кожи в исследуемых областях организма на локальное охлаждение и стандартную физическую нагрузку от 13–14-ти к 14–15-ти годам у девочек, систематически занимающихся плаваньем, увеличивается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Е.Б., Андреев Р.С., Каленов Ю.Н. и др. Температурный портрет человека и его связь с аэробной производительностью и уровнем лактата в крови // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. № 4. – С. 89-101.

2. Васильева Р.М., Сонькин В.Д., Орлова Н.И., Колесов А.Д. Изменение центральной гемодинамики и термовеgetативной реактивности кожи при стандартной физической нагрузке у девочек 13–14 и 14–15 лет, занимающихся спортивным плаванием // Новые исследования. – 2018. – № 3–4 (56). – С. 85-95.

3. Воловик М.Г. Динамическое инфракрасное картирование терморегуляторных процессов в биологических тканях: автореф. дисс. доктора биологических наук: 03.03.01. – Пушкино, 2016. – 42 с.

4. Орлова Н.И., Пронина Т.С., Колесов А.Д., Чеботарева И.В., Комкова М.Д. Особенности термовеgetативной функции организма у подростков 13–14 лет, занимающихся спортивным плаванием // Материалы XXVII Международной научно-практической конференции по проблемам физического воспитания учащихся

«Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире». – Коломна: МГОСГИ, 2017. – С. 176–180.

5. Пронина Т.С., Орлова Н.И., Рыбаков В.П. Циркадианный ритм температуры кожи у детей в период полового созревания // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 74-84.

6. Сонькин В.Д., Кирдин А.А., Андреев Р.С., Акимов Е.Б. Гомеостатический несократительный термогенез у человека: факты и гипотезы // Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 5. – С. 121-139.

7. Сонькин В.Д., Энергетика детского организма: качественная и количественная специфика // Физиология человека. – 2014. – Т. 40, № 5. – С. 103-114.

8. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. – Т.1. – М., 1968. – С. 345-347.

9. Cannon B., Nedergaard J. Brown Adipose Tissue: Function and Physiological Significance // *Physiol.Rev.* – 2004. – V. 84. – P. 277-359.

REFERENCES

1. Akimov E.B., Andreev R.S., Kalenov YU.N., Kirdin A.A, Son'kin V.D., Tonevickij A.G. Temperaturnyj portret cheloveka i ego svyaz' s aehrobnoj proizvoditel'nost'yu i urovnem laktata v krovi // *Fiziologiya cheloveka.* – 2010. – Т. 36, № 4. – S. 89-101.

2. Vasil'eva R.M., Son'kin V.D., Orlova N.I., Kolesov A.D. Individual'nye osobennosti reakcii central'noj gemodinamiki i termovegetativnoj reaktivnosti kozhi u devochek-sportsmenok 13-14 let pri standartnoj fizicheskoy nagruzke // *Novye issledovaniya.* – 2018. – № 2 (55). – S. 64-79.

3. Volovik M.G. Dinamicheskoye infrakrasnoye kartirovaniye termoregulyatornykh protsessov v biologicheskikh tkan'akh: avtoref. diss. doktora biologicheskikh nauk: 03.03.01. – Pushchino, 2016. – 42 s.

4. Orlova N.I., Pronina T.S., Kolesov A.D., Chebotareva I.V., Komkova M.D. Osobennosti termovegetativnoy funktsii organizma u podrostkov 13-14 let, zanimayushchikhs'a sportivnym plavan'em. // *Materialy XXVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po problemam fizicheskogo vospitaniya uchashchikhs'a "Chelovek, zdorov'e, fizicheskaya kultura I sport v izmen'ayushchems'a mire".* – Коломна, МГОСГИ, 2017. – S. 176-180.

5. Pronina T.S., Orlova N.I., Rybakov V.P. Tsirkadinnyy ritm temperatury kozhi u detey v period polovogo sozrevaniya. // *Fiziologiya cheloveka.* – 2015. – Т. 41, № 2. – S. 74-84.

6. Son'kin V.D., Kirdin A.A., Andreev R.S., Akimov E.B. Gomeostaticheskiy nesokratitel'nyy termogenez u cheloveka: fakty i gipotezy // *Fiziologiya cheloveka.* – 2010. Т. 36, № 5. – S. 121-139.

7. Son'kin V.D. Energetika detskogo organizma: kachestvennaya i kolichestvennaya specifika. // *Fiziologiya cheloveka.* – 2014. – Т. 40, № 5. – S. 103-114.

8. Fikhtengolts G.M. Osnovy matematicheskogo analiza. – Т. 1. – М., 1968. – S. 345-347.

ТЕРМОВЕГЕТАТИВНАЯ РЕАКЦИЯ КОЖИ НА КРАТКОВРЕМЕННЫЕ ХОЛОДОВЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ У МАЛЬЧИКОВ 13-16 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМ ПЛАВАНИЕМ

Т.С. Пронина*¹, Н.И Орлова*, В.Д. Сонькин*,
Ю.Л. Войтенко**, А.Д. Колесов**

*ФГНУ «Институт Возрастной физиологии РАО», Москва
**«Российский Государственный Университет Физической Культуры,
Спорта, Молодежи и Туризма», Москва

Целью настоящей работы было определить степень термовегетативной реактивности кожи (амплитуда подъема температуры) в разных анатомических точках под влиянием кратковременной холодной и физической нагрузки. У 11 мальчиков подростков, регулярно занимающихся спортивным плаванием в возрасте от 13-14 до 15-16 лет, методом «Термохрон iButton» определяли T в четырёх областях: шеи, груди, плеча, спины. Нагрузки, с интервалом 15 минут, давались в следующей последовательности: первая холодовая 1-минутная нагрузка (кисти рук в воде 18 °С), физическая нагрузка (3 минуты на велоэргометре, мощность 100 Вт), и вторая холодовая нагрузка, аналогичная первой. Показано, что в разных анатомических участках кожи реакция различна. Выявлены возрастные особенности реактивности, она максимальна у подростков 14-15 лет. Обсуждается возможность применения количественного термографического метода для индивидуальной оценки затрат энергии у подростков в период полового созревания.

Ключевые слова: температура кожи, термовегетативная реакция на холод и физическую нагрузку, юные спортсмены, возраст 13-16 лет.

Thermal vegetative reaction of skin to short-term low temperatures and physical loads in 13-16-year-old boys involved in sports swimming. The aim of this work was to determine the degree of thermo-vegetative skin susceptibility (temperature rise amplitude) in different anatomical areas under the influence of short-term cold and physical exercise. 11 teenage boys, aged between 13-14 to 15-16 years old, regularly engaged in sports swimming, Thermochron iButton method was used to determine T in four areas: neck, chest, shoulder, and back. The work loads, with an interval of 15 minutes, were given in the following sequence: the first 1-minute cold exposure (hands in water 18 °C), then physical activity (3 minutes on a bicycle ergometer; power 100 W), then the second cold exposure, the same as the first one. It was shown that the reaction is different in different skin areas. The age-related features of skin susceptibility were identified. It reaches its peak at the age of 14-15 years old. The possibility of using the quantitative thermographic method to assess individual energy expenditures in adolescents during puberty is being discussed.

Key words: skin temperature, thermo-vegetative reaction to cold and physical activity, young athletes, age of 13-16 years old.

Контакты: ¹ Пронина Т.С. – E-mail: <pronina.ts@mail.ru>

Температура тела является одним из интегративных показателей общего состояния организма, в том числе, его энергетического обмена. Тепловое состояние организма оценивают, как правило, по температуре (Т) кожи, которая зависит от состояния капиллярной системы, что, в свою очередь, зависит от функционирования нейроэндокринной системы [4; 6]. Величина температуры на разных анатомических участках кожи является отражением термовегетативной функции. Терморегуляция, то есть поддержание нормального теплообмена через кожу, происходит при помощи различных механизмов: кожного кровоснабжения, потовой секреции, тепловой проводимости кожи [1]. При физических нагрузках в кровоток включаются почти все капилляры работающей мышцы. В экспериментальных исследованиях воздействия холода и физических упражнений на термогенез человека учитывается множество различных морфофизиологических факторов, включая возраст, пол, наличие и характер заболеваний, травм, степень развития жирового компонента, и др. [7; 10]. Кроме того, принципиально важна интенсивность и длительность упражнений [13; 16]. Появление портативных, высокотехнологичных приборов, регистрирующих Т кожи с точностью до 0,05°, делает возможным исследование изменений термовегетативной функции при кратковременных нагрузках, что является важным для выявления индивидуальных особенностей, а в перспективе - для персонализированной оптимизации спортивных тренировок. Известно, что чрезмерное повышение температуры тела, вызванное физическими нагрузками (гипертермия), может негативно повлиять на спортивный результат [9]. Использование предшествующих сеансов охлаждения (предварительное охлаждение), вовремя или непосредственно после физических нагрузок, может ограничивать увеличение температуры ядра тела и, следовательно, улучшать физические возможности.

Целью настоящей работы было определить степень термовегетативной реактивности кожи (амплитуда подъема Т) подростков 13-16 лет в разных анатомических точках под влиянием кратковременных чередующихся холодных и физических нагрузок.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на базе детской спортивной школы по плаванию РГУФКСМиТ (тренер – к.б.н. А.Д. Колесов) в 2016-2019 гг. Участники исследования – 12 подростков мальчиков, обследованных в весенне-летний предсоревновательный период в возрасте 13-14, 14-15 и 15-16 лет. В каждом исследовании испытуемые выполняли стандартный комплекс нагрузок в течение получаса: первое (1) воздействие охлаждением – опускание на 1 минуту кистей рук в воду с температурой 18°. Следующее воздействие (2) – стандартная физическая нагрузка (3 минуты на велоэргометре, мощность 100 Вт) и третья нагрузка (3) – охлаждение в первоначальных условиях.

Для количественного определения Т был использован метод «Thermochron iButton» [3]. В нашем исследовании Т измеряли в градусах С с интервалом 1 минута. Считывание полученных результатов с термометра-таблетки осуществляли через специальный интерфейс, соединенный с компьютером, с применением специализированного программного обеспечения. Измеряли температуру на разных

участках кожи: шеи – над ключицей (1), груди на груди (2), плеча – верхней части (3), спины – межлопаточная область (4).

Индекс массы тела (ИМТ) незначительно отличался в трех возрастных группах (Табл.1). Именно поэтому для всех мальчиков, участвующих в эксперименте, физическая нагрузка на велоэргометре была равна 100 W.

Таблица 1

*Средний рост, вес, Индекс массы тела (ИМТ)
у мальчиков трех возрастов.*

Возраст (лет)	Рост (см)	Вес (кг)	ИМТ
13–14	167,3 ±3,7	48,8 ±2,0	18,9 ±1,26
14–15	173,7 ±3,8	61,6 ±2,3	20,3 ±1,3
15–16	176,0 ±0,84	63,9 ±1,43	20,6 ±0,4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У всех испытуемых на протяжении 6 минут до начала эксперимента была зарегистрирована базовая Т (Табл. 2).

Таблица 2

*Средняя температура на анатомически разных участках кожи подростков
мальчиков трех возрастов.*

	шея	грудь	плечо	спина
среднее	35,35±0,05	33,79±0,13	34,26±0,08	34,59±0,06
ст. откл.	(0,44)	(0,84)	(0,70)	(0,48)

Полученные результаты показывают, что наибольшая Т определяется в области шеи ($p < 0,001$), меньшая величина – Т спины ($p < 0,001$), еще более сниженная – Т плеча и самая низкая – Т груди ($p < 0,001$). По-видимому, такое распределение температур отражает разную степень тонуса кожных капилляров в исследованных анатомических точках.

Величину ΔT после нагрузки рассчитывали индивидуально сразу от первой минуты воздействия до максимальной величины. Для каждого испытуемого были построены индивидуальные графики. Объединенные результаты для трех возрастных групп представлены на диаграмме. Диаграмма отражает реакцию кожной Т в четырех анатомических областях у подростков трех возрастных групп в ответ на три воздействия.

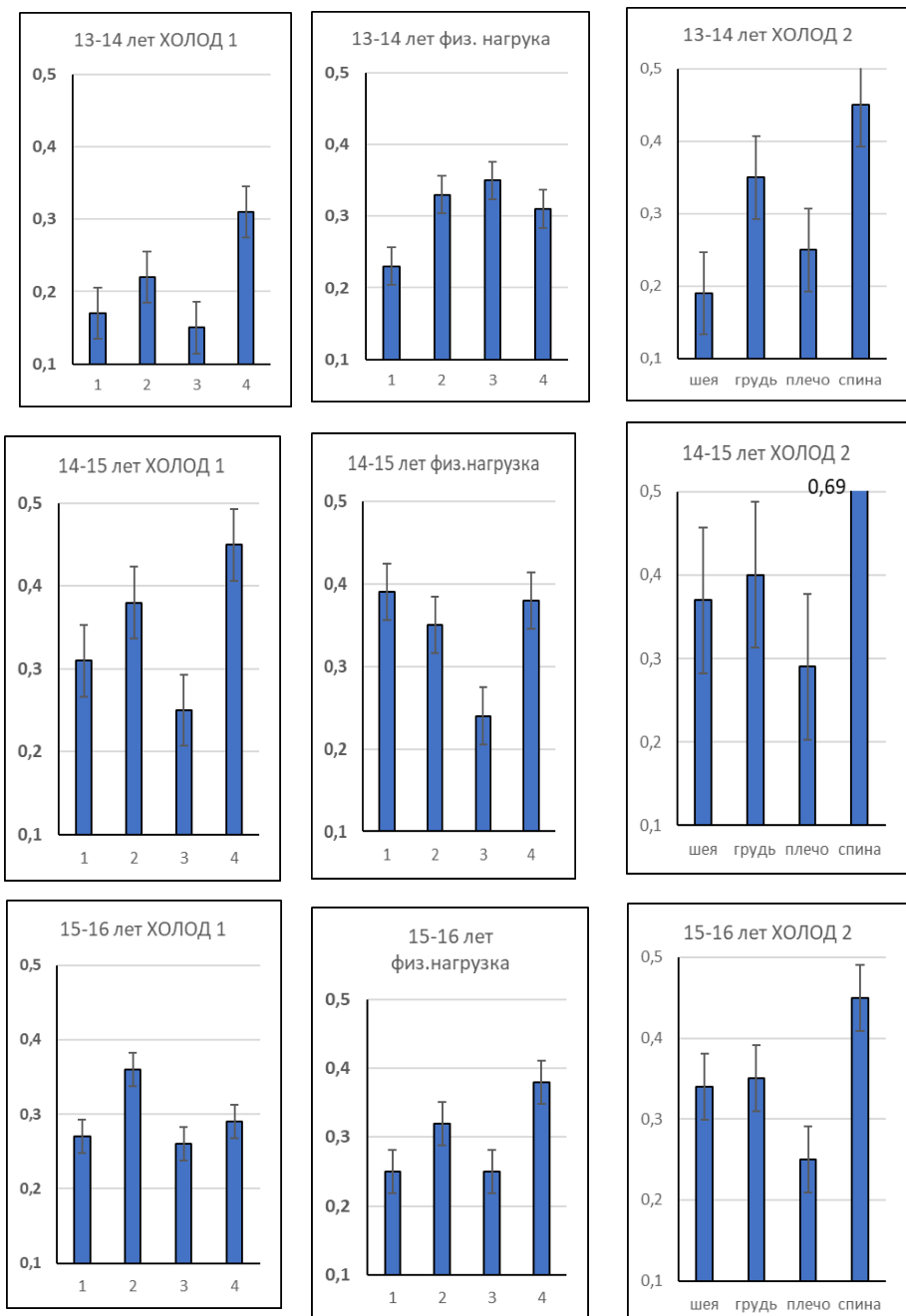


Рис. 1. Увеличение температуры кожи (ΔT) в четырех анатомических точках (шея, грудь, плечо, спина) под влиянием трех нагрузок – холод 1, физическая нагрузка, холод 2 у мальчиков трех возрастов.

Реакции кожи на холод 1 у разных возрастных групп различна. Так, у младшей группы мальчиков (13-14 лет), первое холодное воздействие слабо выражено на трех участках кожи. Достоверная увеличенная реакция ($p < 0,05$) имеет место только на спине. В следующей возрастной группе (14-15 лет) наблюдается большая реакция на всех участках кожи, особенно в области спины ($p < 0,05$). В старшей группе (15-16 лет) происходит снижение T во всех точках по сравнению с предшествующей возрастной группой.

Реакция на физическое воздействие имеет свои возрастные особенности. У группы мальчиков 13-14 лет наименьшая реакция наблюдается в области шеи, а в других анатомических областях она одинакова. С возрастом (14-15 лет) реакция в области шеи возрастает, а в области плеча – падает. У мальчиков старшей группы реакция на физическую нагрузку ниже, чем у предыдущей группы.

Воздействие второй холодной экспозиции на T кожи по сравнению с физическим воздействием у детей всех возрастных групп приводит к резкому увеличению реакции в области кожи спины, особенно у детей 14-15 лет.

Если провести общий анализ возрастных изменений термовегетативных реакций на разных анатомических участках кожи в разных возрастных группах, то можно отметить следующую особенность: увеличенная теплопродукция под влиянием нагрузок происходит в возрасте 14-15 лет. Наибольшая реакция во всех возрастных группах, особенно после второго охлаждения, наблюдается в области спины.

Обращает на себя внимание большая вариабельность данных, особенно при втором холодном воздействии. Действительно, индивидуальный прирост ΔT может на порядок отличаться по величине (от $0,06^\circ$ до $0,55^\circ$). Индивидуальная терморреакция отличается и по времени наступления максимума – при воздействии холода 1 – от 2-х до 6 минут, при физической нагрузке – от 4-х до 6 минут, при второй холодной нагрузке – от 3-х до 6 минут.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно, что повышение температуры тела, вызванное физическими нагрузками, может негативно повлиять на спортивный результат. Любая возможность снизить температуру кожи до или во время тренировки может быть полезна для улучшения физических возможностей и восстановления после стрессовой нагрузки [15].

Температура тела человека регулируется для обеспечения нормальной функции организма. Во время тренировки только ~ 20-30 % произведенной энергии преобразуется в механическую работу, тогда как ~ 70-80 % энергии выделяется в виде тепла [7; 12]. Теплопродукция, вызванная физическими нагрузками, обычно приводит к увеличению T тела. Многочисленные исследования показали значительное увеличение T у спортсменов, работающих в холодных, теплых, и влажных условиях окружающей среды. Поэтому очень важны стратегии снижения теплового напряжения до, вовремя и непосредственно после тренировки [11]. Благоприятные эффекты предварительного охлаждения могут быть объяснены терморегуляторными, а также сердечно-сосудистыми и метаболическими механизмами. Ранние обзоры были в основном сосредоточены на воздействии предва-

рительного охлаждения на терморегуляцию [14]. Предварительное охлаждение нацелено на снижение T до начала тренировки, тем самым увеличивая запас производства энергии и увеличения тепла. Тепловой буфер с предварительным охлаждением позволяет спортсменам выполнять больше работы до достижения критического предела. В этих работах представлены сведения о длительных физических нагрузках (от получаса). Отсутствие стандартизации затрудняет прямое сравнение между исследованиями [9].

Задачей настоящей работы было изучить процесс терморегуляции с применением метода «Thermochron iButton» для количественной оценки при кратковременной физической нагрузке в сочетании с краткосрочным охлаждением в четырех анатомических областях кожи у подростков 13-16 лет в сложный период гормональной перестройки организма. Если рассматривать возрастную картину изменения реакции T на нагрузки, то можно отметить следующее. Кратковременное охлаждение кистей рук (холод 1) по-разному изменяет тепловой баланс организма подростков в разные периоды полового созревания: подъем T минимален в 12-13 лет, значительно возрастает в 14-15 лет и вновь снижается в 15-16 лет. Следует отметить увеличенную терморреакцию в области спины. Трехминутная физическая нагрузка увеличивает T в периоды 13-14 и 14-15 лет. У старшей возрастной группы значительного изменения не наблюдается. Воздействие второго охлаждения стимулирует температурную реакцию практически во всех областях кожи в каждом возрасте. Особенно резкий подъем T в этот период происходит на спине, что может быть следствием вовлечения в терморегуляцию организма тренированных мышц спины у подростков-пловцов. В то же время, это может быть также отражением выраженной активности бурой жировой ткани – специализированного органа терморегуляции у млекопитающих и человека, который часто располагается в межлопаточной области под слоем кожи и подкожного белого жира.

Таким образом, результаты нашей работы показали возрастные особенности терморегуляторных реакций у детей в сложный период гормональной перестройки и подтвердили, что кожная T может быть важным и информативным показателем активности процессов терморегуляции при различных нагрузках. Выявленный нами факт наибольшего увеличения ΔT на спине у спортсменов подростков мальчиков, согласуется с результатами исследования температурной динамики у девочек 13-14 лет [2]. В нашем эксперименте участвовали подростки, которые профессионально занимаются плаванием (три раза в неделю по 2 часа), а плавание, как хорошо известно, сильно развивает мышцы спины. В то же время, необходимо учитывать возможность наличия у подростков в межлопаточной области спины подкожных термогенных структур – таких, как бурый жир [1; 5].

Использование метода «Термохрон iButton» для быстрой оценки кожной реакции температуры в разных анатомических точках предполагает в дальнейшем разработку практических рекомендаций, по количественной оценке, индивидуальной термовегетативной реактивности спортсменов. Учет физиологических показателей имеет немаловажное значение для индивидуальной оптимизации тренировочного процесса и успешности соревновательной деятельности юных спортсменов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Е.Б., Сонькин В.Д. Кожная температура и лактатный порог во время мышечной работы у спортсменов // Физиология человека. – 2011 – Т. 37 (5). – С. 120-128
2. Васильева Р.М. Индивидуальные особенности реакции центральной гемодинамики и термовегетативной реактивности кожи у девочек-спортсменок 13-14 лет при стандартной физической нагрузке / Васильева Р., Сонькин В., Орлова Н., Колесов А. // Новые исследования. – 2018 – № 2 – С. 64-76.
3. Программа Thermo Chron Revisor,
URL: <http://www.elin.ru> / (дата обращения 10.01.2005).
4. Сонькин В.Д. Гомеостатический несократительный термогенез у человека: факты и гипотезы. / В.Д. Сонькин, А.А Кирдин., Р.С. Андреев, Е.Б. Акимов // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. (5). – С. 121-127.
5. Anouk A. J. Supraclavicular skin temperature and BAT activity in lean healthy adults. / A.J Anouk, J. van der Lans, Maarten, J. Vosselman, W. Hanssen // J Physiol Sci. – 2016. – V. 66. – P. 77-83.
6. Arfaoui A. Thermoregulation during incremental exercise in masters cycling. / Arfaoui A, Bertucci W, Letelie T, Polidori G. // J. Sci Cycling. Vol. 3(1), 33-41
7. Benzinger T.H. Heat regulation: homeostasis of central temperature in man. / T.H. Benzinger // Physiol. Rev. – 1969. – V. 49(4). – P. 671–759
8. Bertucci W, Arfaoui A, Polidori G. The pedaling biomechanics of master's cyclists: a preliminary study. Journal of Science and Cycling – 2012. – 1(2): 42-46
9. Coen C. Cooling interventions for athletes: An overview of effectiveness, physiological mechanisms, and practical considerations. / Coen C., Bongers G., Maria T. E. Hopman // Temperature (Austin) 2017; 4(1): 60–78.
10. Jay O, Cramer A new approach for comparing thermoregulatory responses of subjects with different body sizes. / O. Jay, M.N. Cramer // Temperature. – 2015. – V. 2. – P. 42-43.
11. Cramer M.N. Selecting the correct exercise intensity for unbiased comparisons of thermoregulatory responses between groups of different mass and surface area. / M.N. Cramer, O. Jay // J Appl Physiol. – 2014. – № 116. – P.1123–1132.
12. Limbaugh J.D. Body fatness, body core temperature, and heat loss during moderate-intensity exercise. / J.D. Limbaugh, G.S. Wimer, L.H. Long, W.H. Baird // Aviat Space Environ Med. – 2013. – V. 84. – P. 1153-1158.
13. Lowell BB, Towards a molecular understanding of adaptive thermogenesis / B.B. Lowell, B.M. Spiegelman // Nature. – 2000. – V. 404 (6778). – P. 652-660.
14. Kruk B Thermoregulatory responses to exercise at low ambient-temperature performed after precooling or preheating procedures. / Kruk B, Pekkarinen H, Harri M, Manninen K, Hanninen O. // Eur J Appl Physiol. – 1990. – 59. – P. 416-20.
15. McArdle W.D. Physiology of exercise: nutrition, energy and human performance. / WD McArdle, FI Katch, VL Katch. // Philadelphia, PA: Kluwer Health. – Lipincott Williams and Wilkins. – 2015. – 1028 p.
16. Rowland T. Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited. / T Rowland // J Appl Physiol. – 2008. – V.105. – P. 718-724.

REFERENCES

1. Akimov E.B., Sonkin V.D. Skin temperature and lactate threshold during muscle work in athletes // *Human Physiology*. – 2011 – T. 37 (5). – S. 120-128.
2. Vasilyeva R.M. Individual characteristics of the reaction of central hemodynamics and thermovegetative skin reactivity in female athletes 13-14 years old with standard physical activity / R.M. Vasilieva, V.D. Sonkin, N.I. Orlova, A.D. Kolesov // *Almanac New research*. – 2018. – No. 2. – S. 64-76.
3. Thermo Chron Revisor.
URL: [http:// www.elin.ru /](http://www.elin.ru/) (accessed January 10, 2005).
4. Son'kin V.D. Homeostatic non-shivering thermogenesis in humans: facts and hypotheses. / V.D. Son'kin, A.A Kirdin., R.S. Andreev, E.B. Akimov // *Human Physiology*. – 2010. – T. 36. (5). – S. 121-131.

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В СТРУКТУРЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНИКОВ 9-14 ЛЕТ

М.Б. Чернова^{*1}, С.А. Баранцев^{**},
М.М. Герасимов^{*}, Е.В. Савушкина^{***},

^{*}ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва, РФ
^{**}ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», Москва, РФ

^{***}Учреждение образования
«Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
Гродно, Беларусь

Физическая работоспособность является независимым фактором функционального состояния организма школьников 9-10, 11-12 и 13-14 лет. Определены наиболее информативные показатели общей физической работоспособности, пригодные для её диагностики у детей 9-14 лет.

Ключевые слова: физическая работоспособность, информативные показатели, половое созревание, подростки.

Informative indexes of general physical ability in 9-14-year-old children. Physical performance is an independent factor in the functional state of schoolchildren aged 9-10, 11-12, and 13-14 years old. The most informative indices of the general physical ability, suitable for diagnostics, are identified in 9-14-year-old children.

Key words: physical performance, informative indices, puberty, adolescents.

Одной из важнейших проблем оздоровительной тренировки школьников, является диагностика их физического состояния на разных этапах возрастного развития [4; 13; 10]. В этой связи особенно важно проводить оценку общей физической работоспособности как ведущего фактора в структуре физического состояния организма. Методы диагностики физической работоспособности включают широкий арсенал различных функциональных проб и контрольных упражнений, предназначенных для всесторонней оценки двигательной функции [7; 8; 9; 14; 15]. Ключевой проблемой при этом является выбор из большого числа имеющихся методик наиболее информативных в разные возрастные периоды показателей общей физической работоспособности и двигательной подготовленности.

Цель исследования – выявить возрастные особенности структуры фактора «физическая работоспособность» у школьников 9-10, 11-12 и 13-14 лет и определить наиболее информативные показатели её оценки, общие для детей рассматриваемых возрастных групп.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие дети 9-10 (n=168), 11-12 (n=181) и 13-14

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

(n=162) лет. Испытуемые не имели каких-либо противопоказаний для выполнения тестовых нагрузок.

В процессе исследования по данным выполнения «до отказа» нагрузок 2-3 (t2-3 Вт/кг) и 4-5 Вт/кг (t4-5 Вт/кг) определяли мощность физической работы, максимальное время реализации которой составляло 1 (W1), 40 (W40), 240 (W240), 900 с (W900), коэффициенты, отражающие емкость аэробного (b) и соотношение возможностей аэробного и анаэробно-гликолитического источников (a). Расчеты проводили на основе уравнения Мюллера [3; 10]. Определяли также максимальное потребление кислорода (МПК), интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД), мощность нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC170), ватт-пульс (ВтП), максимальную силу (становая динамометрия – СтД) [1; 3].

Комплекс моторных тестов включал: бег 20 метров с хода; прыжок в длину с места; челночный бег 4x9 м; шестиминутный бег; поднимание туловища из положения «лёжа на спине» за 1 минуту; наклон вперед. Определяли общую оценку физической подготовленности (ОФП).

Обработка данных осуществлялась с использованием стандартной программы в пакете Statistica. Для выявления ведущих факторов, характеризующих структуру функционального состояния (ФС) детей 13-14 лет, применялся факторный анализ. В процессе статистической обработки использовались 76 показателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе факторного анализа у школьников 9-10, 11-12 и 13-14 лет в структуре функционального состояния организма выделен фактор «Физическая работоспособность». Данный фактор объединил индикаторы аэробной и анаэробной работоспособности и двигательной подготовленности (табл. 1).

В его состав у школьников 9-10 лет со значимыми весовыми нагрузками вошли 17 показателей: W240, W900, коэффициент b уравнения Мюллера, ИНПД_{2Вт/кг}, t_{2Вт/кг}, коэффициент a уравнения Мюллера, бег 6 мин, челн. бег, W₄₀, МС, ИНПД_{4Вт/кг}, прыжок, t_{4Вт/кг}, абсолютные и относительные показатели МПК и PWC₁₇₀. Наиболее высокие факторные коэффициенты по фактору физическая работоспособность имели W240 (r=0,91), W900 (r=0,87), коэффициент b уравнения Мюллера (r=0,84), ИНПД_{3Вт/кг} (r=-0,81).

У школьников 11-12 лет данный фактор включал 12 переменных: W240, W900, коэффициент b уравнения Мюллера, ИНПД_{2Вт/кг}, t_{2Вт/кг}, коэффициент a уравнения Мюллера, бег 6 мин, челн. бег, W₄₀, МС, PWC₁₇₀ (абсолютное значение) и коэффициент продуктивности умственной деятельности после уроков. Наиболее высокие весовые коэффициенты по фактору физическая работоспособность имели W900 (r=0,70), ИНПД_{3Вт/кг} (r=-0,67), коэффициент b уравнения Мюллера (r=0,66), W240 (r=0,61).

У школьников 13-14 лет данный фактор включал 17 переменных. С ним положительно взаимосвязаны величины МПК, PWC₁₇₀, t_{5Вт/кг}, t_{3Вт/кг}, коэффициенты a и b уравнения Мюллера, W40, W240, W900, бег 6 мин, прыжок, становая динамометрия, ОФП, СД₂ и отрицательно – ИНПД_{3Вт/кг}, ИНПД_{5Вт/кг}, бег 20 м, челночный бег. Наиболее высокие весовые коэффициенты по фактору физическая работоспособность имели W240 (r=0,91), W900 (r=0,85), ИНПД_{3Вт/кг} (r=-0,81).

Таблица 1

Физическая работоспособность как фактор в структуре функционального состояния организма детей 9-14 лет

№	Показатель работоспособности	Факторная нагрузка		
		9-10 лет	11-12 лет	13-14 лет
1	W_{240} , Вт/кг	0,91	0,61	0,91
2	W_{900} , Вт/кг	0,87	0,70	0,85
3	Коэффициент b , отн.ед	0,84	0,66	0,71
4	ИНПД _{2Вт/кг} , уд/с	-0,80	-0,67	-0,81
5	t_{2-3} Вт/кг, с	0,77	0,60	0,73
6	Коэффициент a , отн.ед	0,68	0,51	0,58
7	Бег 6 мин, м	0,59	0,38	0,64
8	Челн. бег, с	-0,47	-0,46	-0,60
9	W_{40} , Вт/кг	0,44	0,48	0,67
10	МС, кг/кг	0,34	0,49	0,37
11	ИНПД _{4Вт/кг} , уд/с	-0,31	–	-0,44
12	Прыжок в длину, см	0,55	–	0,56
13	t_{4-5} Вт/кг, с	0,51	–	0,63
14	МПК, л/мин*кг	0,46	–	0,44
15	РВС ₁₇₀ , кгм/мин*кг	0,33	–	0,50
16	МПК, л/мин	0,49	–	–
17	РВС ₁₇₀ , кгм/мин	0,31	0,50	–
18	Q после, отн. ед.	–	0,43	–
19	ОФП, отн.ед.			0,72
20	Бег 20 м, с.			-0,46

Сравнение внутренней структуры рассматриваемого фактора с учетом возраста школьников показало, что у детей всех трех возрастных групп из числа выделившихся в данный фактор переменных совпадают 10 показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности. Эти 10 показателей могут быть использованы для контроля общей физической работоспособности и двигательной подготовленности в возрастном аспекте. Доля общих показателей у школьников 9-10 лет составила 83 %, 11-12 лет – 59 %, 13-14 лет – 83 %. У детей 9-10 и 13-14 лет совпадают по 15 показателей (88 %), у детей 9-10 и 11-12 лет – по 11 показателей (65 и 92 %) физической работоспособности.

Избирательное и последовательное становление и элиминация функциональных систем в ходе онтогенеза накладывают отпечаток на возрастные изменения приспособительных возможностей организма [11]. По-видимому, системогенез функциональной системы, определяющей физическую работоспособность детей, отражается на характере и силе взаимосвязей отдельных показателей работоспособности и двигательной подготовленности на разных этапах возрастного развития.

Во всех рассматриваемых возрастных группах физическая работоспособность оказались независимым аспектом ФС организма имеющим сложную внутреннюю структуру, определяющую характер взаимосвязи отдельных элементов. Установлено, что с возрастом происходит изменение состава показате-

лей, определяющих общую работоспособность, и перераспределение роли отдельных показателей в структуре физической работоспособности. Обнаруженные возрастные различия в составе показателей, вошедших в фактор физической работоспособности, и особенностях их взаимосвязи с данным фактором, по-видимому, отражают нелинейность и гетерохронную развитие механизмов энергетического обеспечения мышечной деятельности в онтогенезе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Физическая работоспособность является независимым фактором функционального состояния организма школьников 9-10, 11-12 и 13-14 лет. Сравнение внутренней структуры фактора «Физическая работоспособность» с учетом возраста школьников показало, что доля совпадения показателей со значимыми факторными нагрузками в выделенных факторах у детей сравниваемых возрастных групп составляла от 59 до 83 %.

Определены наиболее информативные показатели общей физической работоспособности, пригодные для её диагностики у школьников 9-14 лет в возрастном аспекте.

Происходящая в рассматриваемые возрастные периоды выраженная перестройка физиологических функций организма отражается на динамике информативных показателей физической работоспособности, что необходимо учитывать в процессе физического воспитания школьников разного возраста. *Работа поддержана грантом РФФИ (№17-06-00159а).*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Колесов Д.В., Сельверова Н.Б. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания. – М: Педагогика, 1978. – 224 с.
3. Корниенко, И.А., Соськин, В.Д., Тамбовцева, Р.В. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 4. – С. 42-46.
4. Криволапчук И.А. Энергообеспечение мышечной деятельности детей 5-6 лет и комплексная оценка физической работоспособности // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 76-87.
5. Криволапчук И.А. Энергообеспечение мышечной деятельности у мальчиков 13-14 лет в зависимости от темпов полового созревания // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 1. – С. 85-96.
6. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Факторная структура функционального состояния мальчиков 13-14 лет // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, № 2. – С. 43-55.
7. Лях В. И. Физическая культура. Тестовый контроль. 5-9 классы / В. И. Лях. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2014. – 208 с.
8. Лях В.И., Левушкин С.П., Соськин В.Д. Мировые тенденции развития системы физического воспитания в общеобразовательной школе // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 12-19.

9. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте: Общая теория и ее практическое приложения. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
10. Сонькин, В.Д. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе/ В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.
11. Судаков, К.В. Функциональные системы /К.В. Судаков. – М.: Издательство Российской академии наук, 2011. – 320 с.
12. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. Physiology of Sport and Exercise. – Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2015. – 640 p.
13. Malina R.M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness // Res Q Exerc Sport. 2014. 85(2):157-173.
14. Marques E.A., Pizarro A.N., Figueiredo P., Mota J., Santos M.P. Modifiable lifestyle behavior patterns, sedentary time and physical activity contexts: a cluster analysis among middle school boys and girls in the SALTA study // Prev Med. – 2013. – 56(6). – p. 413-415.
15. Wilmore J.H. Dose-response: variation with age, sex, and health status // Med Sci Sports Exerc. 2001. 33(6 Suppl): S 622-634.

REFERENCES

1. Karpman V.L., Belocerkovskij Z.B., Gudkov I.A. Testirovanie v sportivnoj medicine [Testing in sports medicine]. – Moscow, Fizkul'tura i sport, 1988, 208 p.
2. Kolesov D.V., Sel'verova N.B. Fiziologo-pedagogicheskie aspekty polovogo sozrevaniya [Physiological and pedagogical aspects of puberty]. Moscow, Pedagogika, 1978, 224 p.
3. Kornienko, I.A., Son'kin, V.D., Tambovceva, R.V. Vozrastnoe razvitie energetiki myshechnoj deyatel'nosti: Itogi 30-letnego issledovaniya. Soobshchenie I. Strukturno-funktional'nye perestrojki [Age-related development of the energy of muscle activity: The results of a 30-year study. Communication I. Structural and functional changes]. Fiziologiya cheloveka, 2005, vol. 31, no. 4, pp. 42-46.
4. Krivolapchuk I.A. Energoobespechenie myshechnoj deyatel'nosti detej 5-6 let i kompleksnaya ocenka fizicheskoj rabotosposobnosti [Energy supply of muscle activity in children 5-6 years old and a comprehensive assessment of physical performance]. Fiziologiya cheloveka, 2009, vol. 35, no. 1, pp. 76-87.
5. Krivolapchuk I.A. Energoobespechenie myshechnoj deyatel'nosti u mal'chikov 13-14 let v zavisimosti ot tempov polovogo sozrevaniya [Energy supply of muscle activity in boys 13-14 years old depending on the pace of puberty]. Fiziologiya chelovka, 2011, vol. 37, no.1, pp. 85-96.
6. Krivolapchuk I.A., Chernova M.B. Faktornaya struktura funkcional'nogo sostoyaniya mal'chikov 13-14 let [The factor structure of the functional state of boys 13-14 years old]. Fiziologiya cheloveka, 2017, vol. 43, no. 2, pp. 43-55.
7. Lyah V. I. Fizicheskaya kul'tura. Testovyy kontrol'. 5-9 klassy [Physical culture. Test control. Grades 5-9]. Moscow, Prosveshchenie, 2014, 208 p.
8. Lyah V.I., Levushkin S.P., Son'kin V.D. Mirovye tendencii razvitiya sistemy fizicheskogo vospitaniya v obshcheobrazovatel'noj shkole [World trends in the devel-

opment of the system of physical education in a comprehensive school]. *Nauka i sport: sovremennye tendencii*, 2019, vol. 22, no. 1, pp. 12-19.

9. Platonov V.N. *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte: Obshchaya teoriya i ee prakticheskoe prilozheniya* [The system of training athletes in Olympic sports: General theory and its practical applications]. Moscow, Sovetskij sport, 2005, 820 p.

10. Son'kin V.D., Tambovceva R.V. *Razvitie myshechnoj energetiki i rabotosposobnosti v ontogeneze* [The development of muscle energy and performance in ontogenesis]. Moscow, Publishing House «LIBROKOM», 2011, 368 p.

11. Sudakov K.V. *Funkcional'nye sistemy* [Functional systems]. Moscow, Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 2011. 320 p.

12. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*, Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2015, 640 p.

13. Malina R.M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness, *Res Q Exerc Sport*, 2014, vol. 85, no. 2, pp. 157-173.

14. Marques E.A., Pizarro A.N., Figueiredo P., Mota J., Santos M.P. Modifiable lifestyle behavior patterns, sedentary time and physical activity contexts: a cluster analysis among middle school boys and girls in the SALTA study, *Prev Med.*, 2013, vol. 56, no. 6, pp. 413-415.

15. Wilmore J.H. Dose-response: variation with age, sex, and health status, *Med Sci Sports Exerc.*, 2001, vol. 33, suppl. 6, pp. 622-634.

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 02.12.2019.
Усл. п. л. 5,875. Тираж 500 экз.
Отпечатано ИП Скороходов В.А.
111401, г. Москва, ул. 3-я Владимирская, 11-18