

**Российская академия образования  
Институт возрастной физиологии**



**НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

№ 2(43) 2015

**Выходит с 2001 г.**

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

**Главный редактор**

Безруких Марьяна Михайловна

**Заместитель главного редактора**

Сонькин Валентин Дмитриевич

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Догадкина С.Б., к.б.н.

*(ответственный секретарь)*

Криволапчук И.А., д.б.н.

Адамовская О.Н., к.б.н.

Курганский А.В., к.б.н.

Мачинская Р.И., д.б.н.

Параничева Т.М., к.б.н.

Сельверова Н.Б., д.м.н.

Филиппова Т.А., к.б.н.

Шумейко Н.С., к.б.н.

Безобразова В.Н., к.б.н.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Баранов А.А., д.м.н., акад. РАМН

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО

Фельдштейн Д.И., д.псих.н., акад. РАО

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Тамбовцева Р.В., д.б.н., проф.

Макеева А.Г., к.пед.н.

Полянская Н.В., к.м.н.

Рублева Л.В., к.б.н.

Рыбаков В.П., д.м.н.

Соколов Е.В., к.б.н.

Криволапчук И.А., д.б.н.

**СОСТАВИТЕЛЬ**

Догадкина С.Б.

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

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

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

### **ВНИМАНИЕ!!!**

Журнал распространяется:

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

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

**Альманах «Новые исследования»** - М.: Институт возрастной физиологии, 2015, № 2(43). - 92 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВОЗРАСТНАЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

ОКУЛОМОТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИ ЧТЕНИИ У ДЕТЕЙ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ СФОРМИРОВАННОСТЬЮ НАВЫКА (СООБЩЕНИЕ 2. ОСОБЕННОСТИ ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ У ХОРОШО И ПЛОХО ЧИТАЮЩИХ ДЕТЕЙ 9-10 ЛЕТ)

Безруких М.М., Иванов В.В. .... 4

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ В КОНТЕКСТЕ ИХ ОСОБЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ

Годовникова Л.В. .... 13

### ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ШКОЛЬНИКОВ 11-13 ЛЕТ

Догадкина С.Б. .... 21

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОДИНАМИКИ И ДЫХАНИЯ У МАЛЬЧИКОВ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПО ДАННЫМ ВРЕМЕННОГО И СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Кузнецова О.В., Комкова Ю.Н. .... 27

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

Васильева Р.М. .... 41

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКГ У ДЕТЕЙ 8-9 ЛЕТ ПРИ РАБОТЕ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Лукьянец Г.Н., Макарова Л.В., Адамовская О.Н. .... 56

ВОЗРАСТНЫЕ И ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ 11-12 ЛЕТ Г. МОСКВЫ

Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н., Лезжова Г.Н., Тюрина Е.В., Орлов К.В. .... 62

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОМ СТРЕССЕ В ПЕРИОД ВТОРОГО ДЕТСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЭРОБНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА

Криволапчук И.А., Зайцева Г.А., Криволапчук И.И., Бондарева С.А., Буслаков А.П., Носова Р.М. .... 70

### ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

РАЗВИТИЕ СПОРТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Находкин В.В. .... 78

ОБОСНОВАНИЕ БАТАРЕИ ТЕСТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТЕЙ 7-12 ЛЕТ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Криволапчук И.А., Чернова М.Б., Герасимова А.А., Мышьяков В.В. .... 83

## ВОЗРАСТНАЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

### ОКУЛОМОТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИ ЧТЕНИИ У ДЕТЕЙ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ СФОРМИРОВАННОСТЬЮ НАВЫКА (СООБЩЕНИЕ 2. ОСОБЕННОСТИ ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ У ХОРОШО И ПЛОХО ЧИТАЮЩИХ ДЕТЕЙ 9-10 ЛЕТ)

М.М. Безруких, В.В. Иванов<sup>1</sup>  
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии  
Российской академии образования», Россия, Москва

*В работе рассматриваются пространственно-временные параметры оculoмоторной активности при чтении текстов различной морфо- и психолингвистической сложности у детей 9-10 лет. Показано существенное изменение всех параметров оculoмоторной активности от 6-7 к 9-10 годам вне зависимости от сформированности навыка чтения. Выявлены различия темпов совершенствования навыка чтения от 6-7 к 9-10 годам у хорошо и плохо читающих детей и различия влияния сложности текста на параметры оculoмоторной активности.*

***Ключевые слова:** движения глаз, чтение, формирование навыка, младшие школьники.*

**READING OCULOMOTOR ACTIVITY IN CHILDREN WITH DIFFERENT READING SKILLS (MESSAGE 2: PECULIARITIES OF OCULOMOTOR ACTIVITY IN 9-10-YEAR-OLD CHILDREN WITH GOOD AND POOR READING SKILLS).** *The paper studies spatio-temporal parameters of oculomotor activity in 9-10-year-old children when reading texts of various morphological and psycholinguistic difficulties. It is shown that there takes place a significant change of all the parameters of oculomotor activity from 6-7 till 9-10 y.o., independent of the reading skill formation. There are found differences in reading speed improvement from 6-7 to 9-10 y.o. in children with good and poor reading skills. Text difficulty has also different influence on parameters of oculomotor activity.*

**Key words:** *eye movements, reading, skill formation, primary school children.*

Одной из наиболее интересных задач исследования движений глаз в процессе чтения является изменение паров оculoмоторной активности в процессе совершенствования навыка. Известно, что в формировании навыка чтения выделяются определенные этапы [6; 10; 11], различающиеся по механизмам и стратегии этой деятельности [1; 3].

При этом сокращаются существенные различия между детьми по темпам и качеству формирования навыка. Трудности и несформированность навыка чтения отличаются у 40-60 % детей 9-10 лет [4]. К этому возрасту резко увеличивается практика чтения с экранов электронных устройств, что предъявляет требования к сформированности навыка, т.к. меняет динамический и визуальный формат текста [19]. Нарушения и трудности формирования навыка служат своеобразной моде-

---

<sup>1</sup> Контакты: Иванов В.В. – E-mail: <ronin1024@bk.ru>

лю для выделения значимости отдельных функций в сложной психофизиологической структуре деятельности на разных этапах ее становления.

Понятие механизмов формирования навыка, а также трудностей и нарушений этого процесса позволяет не только выделить причины трудностей обучения, но и разработать эффективные меры коррекции. Кроме того, анализ движений глаз позволяет получить объективные критерии оценки сформированности навыка и сопоставить их с педагогической оценкой чтения.

В настоящей статье представлены данные исследования окулomotorной активности у хорошо и плохо читающих детей 9-10 лет (на завершающем этапе формирования навыка), при чтении текстов различной сложности.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Организация и методика проведения исследования подробно изложена в Сообщении 1 [2]. Разделение детей на группы хорошо и плохо читающих в 9-10 лет проводилось педагогами на основе педагогических критериев оценки навыка при чтении учебных текстов, в число которых входили: безотрывность чтения, темп и скорость чтения, понимание текста, способность выделять главную мысль в тексте, умение пересказывать тексты.

В исследовании приняло участие 49 школьников 9-10 лет. Обработка количественных показателей осуществлялась при помощи статистического пакета SPSS 13.0. Сравнение показателей осуществлялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа (Univariate General Linear Model). Для предварительного анализа влияния сложности текста и уровня сформированности навыка чтения на параметры окулomotorной активности использовался многофакторный дисперсионный анализ (Multivariate GLM). При этом для каждого субъекта было высчитано среднее значение каждого пространственно-временного параметра окулomotorной активности по каждому тексту. Для установления степени различия параметров окулomotorной активности при чтении различных текстов между собой использовался Т-Test Стьюдента (Paired-Samples T-Test). Для выявления значимости различий параметров глазодвигательной активности между учениками различных групп использовалось сравнение двух независимых выборок (Independent-Samples T Test).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Наши исследования показали, что к 9-10 годам в группах хорошо и плохо читающих детей происходят существенные изменения во всех параметрах окулomotorной активности. В обеих группах достоверно ( $p < 0.0001$ ) снижается средняя продолжительность фиксаций, причем в группе хорошо читающих школьников резко снижается и разброс индивидуальных значений этого показателя, а в группе плохо читающих снижение менее значимо и остается достаточно высоким, что свидетельствует о *высоких индивидуальных различиях* в темпах формирования навыка чтения при трудностях обучения.

Таблица 1

Показатели окулomotorной активности у детей 9-10 лет с разной сформированностью навыка чтения при чтении текстов различной сложности

Показатель	Навык чтения				Достоверность различий (Sig. (2-tailed))	
	I группа		II группа			
	(M±m)	V %	(M±m)	V %		
<b>4 класс</b>						
Средняя продолжительность фиксации (мс)	Текст 1	289.90±8.40	16.1	309.31±20.0	25.9	
	Текст 2	341.60±11.91	19.4	333.80±11.7	14.1	
	Текст 3	266.97±7.36	15.4	291.00±6.27	8.6	*
	Текст 4	265.94±7.38	15.4	281.68±7.26	10.3	
Средняя амплитуда прогрессивных саккад (угл.град.)	Текст 1	1.84±0.07	20.5	1.78±0.08	17.8	
	Текст 2	1.51±0.05	19.6	1.59±0.12	30.2	
	Текст 3	1.82±0.06	17.9	1.76±0.06	13.3	
	Текст 4	2.11±0.09	23.0	1.91±0.06	12.0	
Средняя амплитуда регрессивных саккад (угл.град.)	Текст 1	1.45±0.14	49.7	1.21±0.17	50.9	
	Текст 2	1.30±0.09	34.8	1.20±0.06	20.1	
	Текст 3	1.68±0.08	25.3	1.42±0.16	45.1	
	Текст 4	1.60±0.06	19.1	1.45±0.09	27.5	
Процент регрессов	Текст 1	12.89±1.56	67.6	9.39±1.78	75.7	
	Текст 2	9.21±1.03	62.0	9.93±1.40	56.4	
	Текст 3	13.22±0.93	39.0	11.59±1.23	42.3	
	Текст 4	13.47±0.94	38.7	13.46±1.23	36.6	
Время чтения (с)	Текст 1	5.73±0.27	25.9	5.55±0.46	33.3	
	Текст 2	10.64±0.65	33.8	10.50±1.25	47.5	
	Текст 3	18.08±1.03	31.8	18.69±1.00	21.5	
	Текст 4	31.01±2.01	36.1	33.48±2.19	26.2	
Скорость чтения (символов в секунду)	Текст 1	8.97±0.44	27.3	9.46±0.68	28.9	
	Текст 2	6.83±0.55	45.2	7.31±0.85	46.2	
	Текст 3	12.41±0.69	30.9	11.34±0.54	19.0	
	Текст 4	13.14±0.91	38.5	11.33±0.70	24.6	

**Пояснение:** M±m – средняя + ошибка. V% – коэффициент вариации в процентах. Достоверность различий: пустое поле – различия статистически не достоверны; \* –  $p < 0.05$ .

I группа – хорошо читающие школьники; II группа – плохо читающие школьники.

Считается, что на начальном этапе формирования навыка (в 6-7 лет), основными операциями чтения, необходимыми для осуществления доступа к лексической памяти и последующего четкого опознания слова, являются фонематический анализ и установление графемно-морфемных связей между начертанием элементов слова и их произношением. Именно с этими характеристиками процесса чтения связывается окулomotorная активность. К 9-10 годам эти лексические операции уже автоматизированы и преобладает синтетическое чтение, а доступ к лексической памяти в значительной степени определяется сформированностью речи и общим лексическим запасом. Более развитая, по сравнению с первоклассниками, оперативная память и большой лексический запас в 9-10 лет позволяют лучше «собирать» предложение, строить взаимосвязи и понимать смысл текста. Эти изменения, по-видимому, и отражаются во всех параметрах окулomotorной активности. Важным фактором, влияющим на характеристики движений глаз, является развитие общего запаса сведений и знаний, а также правил и способов взаимосвязи частей предложения. Эти сведения позволяют ученикам предугадывать (но не «угадывать») окончание слов или даже сами слова, улучшает понимание общего смысла текста. Все это ведет как к уменьшению общего времени чтения, так и к изменению стратегии чтения в разных по сложности текстах.

В то же время сравнение параметров окулomotorной активности при чтении текстов различной сложности у хорошо и плохо читающих детей 9-10 лет не показало значимых различий ни по одному пространственно-временному показателю окулomotorной активности (табл. 1), кроме показателя «Средняя продолжительность фиксаций» при чтении текста №3 ( $p=0.017$ ), что подтверждено и результатами дисперсионного анализа ( $F(1, 45) = 4.58, p=0.0378$ ). В 9-10 лет влияние фактора «навык чтения» на продолжительность фиксаций не установлено при анализе всех видов текстов. Не выявлено различий и в средней амплитуде прогрессивных и регрессивных саккад. Сравнение данных хорошо и плохо читающих детей по этому показателю в отдельных текстах не выявило сколько-нибудь значимых различий, кроме как в сложном тексте ( $F(1, 35) = 0.23, p=0.0445$ ). Между группами хорошо и плохо читающих школьников при чтении различных по психо- и морфолингвистической сложности отсутствуют достоверные различия в средней скорости чтения, общему времени чтения, проценту регрессов. Подсчет количества прогрессивных саккад показал, что в 9-10 лет и хорошо и плохо читающие дети читают уже каждое слово целиком. Количество прогрессивных саккад на слово в среднем составляет 1.1 в обеих группах. В четвертом классе количество совершаемых прогрессивных саккад не зависит от степени сформированности навыка чтения ( $F(1, 46) = 0.06, p = 0.808$  для всей совокупности текстов). Влияние фактора «навык чтения» на среднее количество регрессов на слово статистически не достоверно при анализе всей совокупности текстов ( $F(1, 45) = 3.30, p = 0.076$ ), и проявляется только при дисперсионной оценке простого текста № 1 ( $F(1, 46) = 7.13, p = 0.0104$ ).

Очень интересна динамика показателей амплитуды прогрессивных и регрессивных саккад у хорошо и плохо читающих школьников. Отсутствие различий в средних показателях окулomotorной активности у хорошо и плохо читающих детей в 9-10 лет свидетельствует, прежде всего, о разных темпах совершенствования навыка, причем, более высоких у плохо читающих детей (рис. 1).

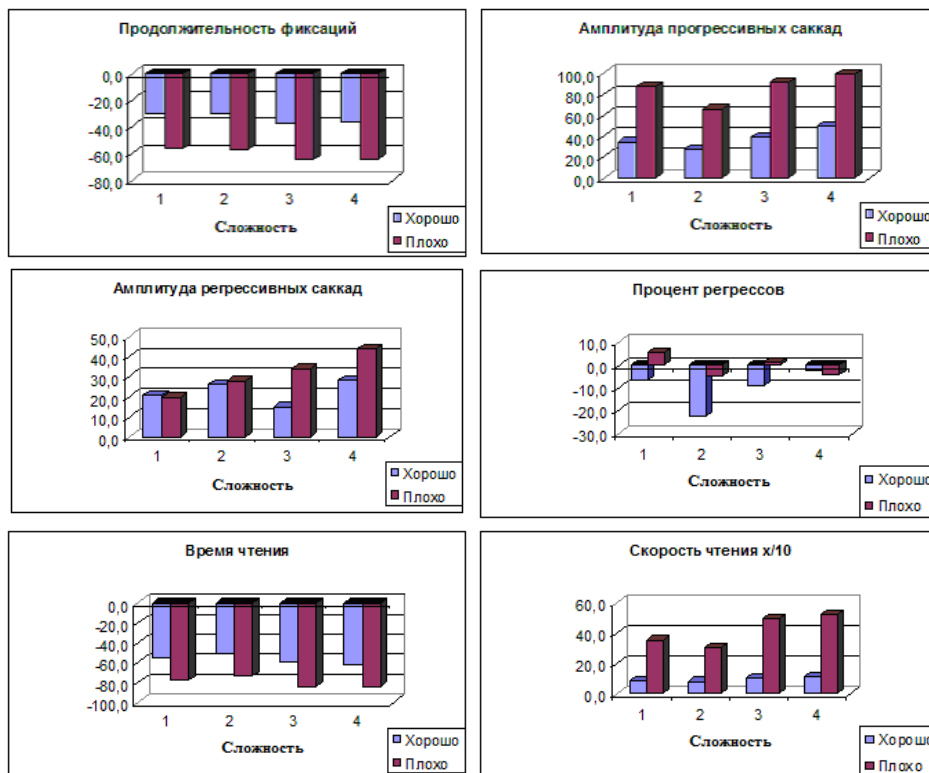


Рис. 1. Изменение показателей окулomotorной активности (в %) при чтении текстов разной сложности у детей 6-7 и 9-10 лет.

Результаты сравнительного анализа показали, что от 6-7 к 9-10 годам уменьшается средняя продолжительность фиксации: у хорошо читающих детей на 30-38 %, у плохо читающих – на 56-65 % ( $p < 0.0001$ ); время чтения: у хорошо читающих – на 50-63%, у плохо читающих – 74-84 % ( $p < 0.0001$ ); скорость чтения: у хорошо читающих – на 80-112 %, у плохо читающих – 308-526 % ( $p < 0.0001$ ) в зависимости от уровня сложности текста. Отмечено также увеличение амплитуды прогрессивных саккад: у хорошо читающих на 27-50 %, у плохо читающих – на 66-100 % ( $p < 0.0001$ ); амплитуды регрессивных саккад: у хорошо читающих на 15-28%, у плохо читающих – на 20-44 % ( $p < 0.0001$ ). В то же время процент регрессов достоверно не изменяется ( $p > 0.05$ ) с возрастом у детей разного возраста, но одной степени сформированности навыка. Так, процент регрессивных саккад у хорошо читающих уменьшается на 2-23 % (23 % - в «квзайтексте» №2). У плохо читающих – в текстах 1 и 3 – увеличивается на 1-5 %, в текстах №2 и 4 – уменьшается на 4-5 %.

Эти данные показывают, что в группе плохо читающих детей процент изменений окулomotorной активности гораздо выше (в 1.5-4.5 раза в зависимости от



анализируемого параметра). Плохо читающие дети интенсивно «догоняют» своих хорошо читающих сверстников.

Анализ интенсивности изменений всех показателей оculoмоторной активности у детей от 6-7 к 9-10 годам позволяет понять за счет каких механизмов улучшаются показатели чтения у плохо читающих детей и почему в 9-10 лет практически отсутствуют различия по пространственно-временным характеристикам оculoмоторной активности.

Интересно, что практически не изменяется процент регрессов от 1 к 4 классу (за исключением чтения «квазитекста» №2 у хорошо читающих). Возможно этот эффект определяется отсутствием необходимости «собирать» смысловое содержание текста. Возникающие регрессы скорее всего связаны именно с оculoмоторными ошибками чтения, с с неэффективностью движений глаз на «оптимальную» позицию для восприятия слова). Важно отметить, что, увеличение скорости чтения (более выраженное у плохо читающих детей) идет за счет резкого (более 56-65 % у плохо читающих) снижения продолжительности фиксаций. Снижение продолжительности фиксаций свидетельствует о совершенствовании навыка распознавания слов [13; 16]. Резкое улучшение эффективности восприятия буквенных знаков у плохо читающих детей, происходит значительно позже, чем у их хорошо читающих сверстников. Запаздывание этого процесса приводит к тому, что снижение продолжительности фиксаций отмечается только к 9-10 годам. Нельзя исключить, что у плохо читающих детей более поздно созревают и внимание, и механизмы рабочей памяти, и у них достаточно долго расшифровка букв, знаков и понимание слова «конкурируют» за доступ к кратковременной памяти [16]. Это подтверждается и тем, что амплитуда регрессивных саккад и процент регрессов изменяются от 6-7 к 9-10 годам незначительно.

Доказано, что словарный запас «хороших» и «плохих» читателей коррелирует с их уровнем сформированности читательского навыка (12). Известно также, что плохо читающие дети младших классов имеют комплексные нарушения речевого развития, в том числе и бедный словарный запас. Именно это может быть основой трудностей, «догадок», использования контекста при чтении и «совершенствования навыка» [6].

Существенное увеличение амплитуды прогрессивных саккад от 6-7 к 9-10 годам отмечается как у хорошо (27-50 %) так и у плохо (65-100 %) читающих детей. Более высокая интенсивность увеличения амплитуды прогрессивных саккад у плохо читающих детей характеризует ускорение процесса совершенствования объема восприятия, успешного включения в процесс чтения парафовеальной информации, которая несет в себе данные о «виде» слова, его длине, оптимальной фиксации для уверенного прочтения.) [14; 15; 17; 18; 20]

Интересно, что интегративный показатель «скорость чтения» (в общем характеризующий «технику» чтения) у хорошо читающих детей в среднем увеличивается почти в 2 раза (80-110 %), тогда как у плохо читающих – эти изменения довольно существенны (300-520%) при чтении текстов любой сложности.

Эти данные показывают, что к 9-10 годам все дети (и хорошо, и плохо читающие) достигают не только определенных временных характеристик чтения, но и имеют весьма близкие характеристики оculoмоторной активности. Можно предположить, что тот уровень скорости чтения и показателей оculoмоторной актив-

ности, которого дети достигают к 9-10 годам, связан с возрастным совершенствованием когнитивных механизмов, обеспечивающих реализацию процесса чтения. Известно, что чтение – сложный мультимодальный процесс, для осуществления которого необходим определенный уровень развития когнитивных функций – внимания, памяти, восприятия, организации деятельности, речи и др., а у детей с трудностями обучения чтению отмечены как комплексные, так и парциальные нарушения этих функций, а также запаздывание темпов их созревания [5; 6; 7; 8].

По нашему мнению, более высокие темпы совершенствования навыка чтения обусловлены более поздним формированием рабочей памяти, селективного внимания, зрительного восприятия и других когнитивных процессов «обеспечивающих» процесс чтения как целостной деятельности у данной группы детей [5].

Фактически, хорошо и плохо читающие дети 9-10 лет сходны по «технике» чтения, однако, по педагогическим характеристикам они различаются. При анализе критериев разделения педагогами детей на хорошо и плохо читающих выяснилось, что в качестве основного критерия на начальном этапе формирования навыка с 6-7 лет выделяется скорость чтения (т.е. «техническая» составляющая), а в 9-10 лет – понимание (т.е. «информационная»). Изменение критериев разделения на хорошо и плохо читающих детей, по-видимому, и создает сложность субъективной оценки формирования навыка и сопоставления этой оценки с параметрами окулomotorной активности.

Анализ параметров движений глаз показал, что использование простых текстов для оценки когнитивных процессов и определения степени сформированности навыка чтения с точки зрения окулomotorной активности уже со второго класса не значим, и может привести к ошибочным выводам. Однако, достоверные изменения пространственно-временных параметров окулomotorной активности, вызванные усложнением психолингвистической сложности текста, у хорошо и плохо читающих детей 9-10 лет позволяют предположить что анализ движений глаз при чтении простых и сложных текстов может быть использован в качестве критерия сформированности навыка чтения и, позволяет уточнить причины возникновения трудностей обучения.

При обучении чтению чрезвычайно важно эффективное освоение элементарных (технических) навыков чтения, однако, как справедливо считал Л.С. Выготский, «чисто механическая способность читать скорее сдерживает, чем продвигает вперед культурное развитие ребенка» [9]. Необходимо подчеркнуть, что трудности обучения чтению на начальных этапах нарушают процессы совершенствования этого навыка, не позволяют ребенку перейти на уровень грамотного чтения и грамотного читателя.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, окулomotorная активность при чтении у детей опосредуется возрастными особенностями (степенью зрелости) сложных когнитивных процессов, включенных в психофизиологическую структуру чтения как особого вида когнитивной деятельности, и определяет темпы совершенствования навыка от 6-7 к 9-10 годам вне зависимости от сложности текста.

Изменение механизмов когнитивной деятельности, связанных с формированием навыка чтения, меняет окуломоторную активность, отражая не только снижение напряженности и повышение эффективности деятельности, но и изменение значимости «технической» и «информационной» составляющей целостной деятельности.

Отсутствие различий по основным показателям окуломоторной активности между хорошо и плохо читающими детьми 9-10 лет при чтении всех типов текстов свидетельствует о разных темпах совершенствования навыка у детей с разной его сформированности.

Темпы «улучшения» параметров окуломоторной активности более высоки у плохо читающих детей, что можно объяснить более поздним формированием базовых когнитивных функций у этих детей.

Использование простых текстов для оценки когнитивных процессов и определения степени сформированности навыка чтения с точки зрения окуломоторной активности уже со второго класса не целесообразно и может привести к ошибочным выводам. Однако, достоверные изменения пространственно – временных параметров окуломоторной активности, вызванные усложнением психолингвистической сложности текста, у хорошо и плохо читающих детей 9-10 лет позволяют предположить, что анализ движений глаз при чтении простых и сложных текстов может быть использован в качестве критерия сформированности навыка чтения и позволяет уточнить причины возникновения трудностей обучения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких, М.М. Движение глаз в процессе чтения как показатель сформированности навыка / М.М. Безруких, В.В. Иванов // Новые исследования. – 2008, № 3. – С. 84-102.
2. Безруких, М.М. Окуломоторная активность при чтении у детей с разной степенью сформированности навыка. Сообщение 1. Особенности окуломоторной активности у хорошо и плохо читающих детей 6-7 лет / М.М. Безруких, В.В. Иванов // Новые исследования. – 2014. – № 4 (41). – С. 67-76.
3. Безруких, М.М. Особенности движений глаз у детей младшего школьного возраста в процессе чтения текстов разной сложности / М.М. Безруких, В.В. Иванов, А.А. Демидов // Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы / Под ред. В.А. Барабанщикова. – М.: Изд-во "Институт психологии РАН", 2010. – С. 611-616.
4. Безруких, М.М. Психофизиологические критерии трудностей обучения письму и чтению у школьников младших классов / М.М. Безруких, О.Ю. Крещенко // Физиология человека. – 2004. – Т.30, № 5. – С. 24-29.
5. Безруких, М.М. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та; Воронеж: МОДЭК, 2009. – 432 с.
6. Безруких, М.М. Трудности обучения письму и чтению / М.М. Безруких // Развитие личности ребенка от 7 до 11 лет. – Екатеринбург: У-Фактория, 2006.

7. Безруких, М.М. Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии / под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та; Воронеж: МОДЭК, 2010. – 768 с.
8. Безруких, М.М. Функциональное развитие мозга. Познавательная деятельность и обучение в дошкольном и младшем школьном возрасте / М.М. Безруких // Новые исследования. – 2009. – № 2. – С. 8-9.
9. Выготский, Л.С. История развития высших психических функций / Л.С. Выготский // Собрание сочинений в 6 томах, т. 3. – М.: Педагогика, 1983. – 365 с.
10. Корнев, А.Н. Психология усвоения чтения. / А.Н. Корнев // Письмо и чтение: трудности обучения и коррекция / Под общ. ред. О.Б. Иншаковой. – М.; Воронеж, 2001.
11. Эльконин, Д.Б. Как научить детей читать / Д.Б. Эльконин. – М.: Знание, 1991. – 80 с.
12. Alderson, J.C. Assessing reading / J.C. Alderson // The Cambridge Language Assessment Series. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 398 p.
13. Booth, J.R. Quick, automatic, and general activation of orthographic and phonological representations in young readers / J.R. Booth, C.A. Perfetti, B. MacWhinney // *Developmental Psychology*. – 1999. – Vol. 35. – P. 3-19.
14. McConkie, G.W. Eye movement control during reading: I. The location of initial eye fixations in words / G.W. McConkie, P.W. Kerr, M.D. Reddix, D. Zola // *Vision Research*. – 1988. – Vol. 28. – P. 1107-1118.
15. O'Regan, J.K. Optimal viewing position in words and the strategy-tactics theory of eye movements in reading / J.K. O'Regan // *Eye movements and visual cognition: Scene perception and reading*. Eds. K. Rayner. – New York: Springer-Verlag, 1992. – P. 333-354.
16. Perfetti, C.A. Reading ability / C.A. Perfetti. – New York: Oxford University Press, 1985.
17. Rayner, K. Effects of contextual constraint on eye movements in reading: A further examination / K. Rayner, A.D. Well // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 1996. – Vol. 3. – P. 504-509.
18. Rayner, K. Eye movement control in reading: A comparison of two types of models / K. Rayner, S.C. Sereno, G.E. Raney // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 1996. – Vol. 22. – P. 1188-1200.
19. Siegenthaler, E. Improving the Usability of E-Book Readers / E. Siegenthaler, P. Wurtz, R. Groner // *Journal of usability studies*. – 2010. – Vol. 6, Issue 1. – P. 25-38.
20. Yan, M. Preview Fixation Duration Modulates Identical and Semantic Preview Benefit in Chinese Reading / M. Yan, S. Risse, X. Zhou, R. Kliegl // *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*. – 2010. – P. 1-42.

# ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ В КОНТЕКСТЕ ИХ ОСОБЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ

Л.В. Годовникова<sup>1</sup>

ОгаОУ ДПО «Белгородский институт развития образования»,  
Россия, Белгород

*Статья посвящена изучению психолого-педагогических условий обучения детей с нарушениями речи в контексте их особых образовательных потребностей. Изучены мнения специалистов сопровождения, работающих с учащимися с речевыми нарушениями в обычных общеобразовательных школах.*

**Ключевые слова:** условия обучения, нарушения речи, дети дошкольного и младшего школьного возраста.

**STUDY OF PSYCHO-PEDAGOGICAL CONDITIONS OF TEACHING CHILDREN WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS RESULTING FROM SPEECH IMPAIRMENTS.** *The paper is devoted to the study of psycho-pedagogical conditions of teaching children with speech and language disorders in terms of special educational needs. There were studied the opinions of support experts, working with pupils with speech impairments in comprehensive Russian schools.*

**Key words:** teaching conditions, speech impairments, pre-school and primary school children.

Благодаря существующей в Российской Федерации системе образования ребенок с первичным нарушением речи может получить цензовое образование в зависимости от степени выраженности речевого дефекта в общеобразовательной или специальной школе. В случае определения образовательного маршрута ребёнка с нарушениями речи приоритетной задачей является прогнозирование его академической успешности при усвоении общеобразовательной программы и проектирование индивидуальных условий коррекционного обучения.

Как отмечают специалисты в области речевого развития детей, глубокие нарушения различных сторон речи, ограничивающие возможности пользования языковыми средствами общения и обобщения, вызывают специфические отклонения со стороны других высших психических функций (внимания, памяти, воображения, вербально-логического мышления), отрицательно влияют на эмоционально-волевую и личностную сферу, что в целом осложняет картину речевого нарушения ребенка. Отсюда следует, что дети с нарушениями речи нуждаются в специальных педагогических подходах независимо от образовательного маршрута и условий обучения. Даже при обучении в обычной общеобразовательной школе необходимо учитывать специфические особенности речевого развития данной категории учащихся [3].

---

<sup>1</sup> Контакты: Годовникова Л.В. – E-mail: <godovnikova@bsu.edu.ru>

В массовую школу обычно направляются школьники с нерезко выраженным недоразвитием речи (легкой степени). Для таких учеников характерны затруднения в понимании и употреблении слов с абстрактным значением, фраз с переносным значением. Выявляются стойкие трудности в употреблении сложных по структуре слов, сохраняются грамматические ошибки. Своеобразие связной речи состоит в нарушении ее логической последовательности, пропусках или повторе отдельных эпизодов. Отмечаются трудности планирования инициативных высказываний, отбора соответствующих языковых средств. Для многих детей с недоразвитием речи характерен низкий уровень развития основных свойств внимания, отмечается недостаточная концентрация внимания, ограниченные возможности его распределения. Речевое отставание отрицательно сказывается и на развитии памяти. При относительно сохранной смысловой, логической памяти у таких детей заметно снижены по сравнению с нормально говорящими сверстниками кратковременная память и продуктивность запоминания [2; 3].

Одной из важнейших задач, стоящих перед специалистами сопровождения, работающими в массовых общеобразовательных учреждениях, является организация психолого-педагогического сопровождения учащихся, испытывающих школьные трудности. В настоящее время очевидно, что к самой многочисленной категории детей группы риска массовых учреждений относятся дети с речевыми нарушениями.

Для обеспечения эффективной адаптации ребёнка с речевыми нарушениями в школе необходимо осуществлять комплексное психолого-педагогическое сопровождение образовательного процесса. Ведущим специалистом выступает логопед, однако и другие специалисты могут и должны вносить весомый вклад в процесс создания оптимальных условий для данной категории школьников. При этом нужно отметить особую роль учителей начальных классов, которые не только вооружают детей знаниями в определённых областях, но и вносят существенный вклад в общее развитие учащихся и коррекцию недостатков речевой сферы. Однако ведущую роль в психолого-педагогическом сопровождении детей с речевыми нарушениями в образовательном учреждении играют именно специалисты сопровождения, и в первую очередь учителя-логопеды.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В нашем исследовании мы изучали мнения специалистов психолого-педагогического сопровождения и учителей, работающих с детьми, имеющими речевые нарушения, по вопросу создания необходимых условий в образовательной организации для реализации особых образовательных потребностей таких детей, а также готовность и ресурсные возможности школы организовать необходимое сопровождение таких воспитанников. В исследовании приняли участие заместители директора образовательной организации, курирующие работу начальной школы, учителя-логопеды, педагоги-психологи, учителя, социальные педагоги, медицинские работники образовательных организаций г. Белгорода и Белгородской области. Всего опрошено 113 респондентов, из них 6 заместителей директоров школ города, 20 учителей-логопедов, 20 педагогов-психологов, 62 учителя начальных классов, 3 социальных педагога, 2 медицинских работника.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе ответов на вопрос о том, в чем видится смысл инклюзивного (совместного) образования учащихся с нарушениями речи, специалисты выделили положительные стороны их обучения в общеобразовательной школе в смешанном классе. Положительное отношение связывалось с необходимостью адаптации детей с нарушениями речи в обществе сверстников, включением ребёнка в полноценную речевую среду (89 % ответов), установления продуктивного сотрудничества между учащимися, с полезностью для здоровых сверстников общения с разными детьми для воспитания толерантности, гуманного и добросердечного отношения к ближнему. При этом специалисты подчёркивали, что «инклюзивное образование даёт возможность всем учащимся, и инвалидам в том числе, в полном объёме усваивать программу, участвовать в жизни класса и школы». Встречалось и мнение, что «инклюзивное образование возможно только в том случае, если нарушения речи у учащихся подлежат коррекции или полному устранению». Но такие ответы были единичными.

На вопрос о знакомстве с проектом Федерального государственного образовательного стандарта для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и основными требованиями к содержанию и результатам образования детей с нарушениями речи, а также условиям организации образовательного процесса, большинство респондентов затруднились с положительным ответом. Так, половина из опрошенных заместителей директоров школ города отметили, что знакомы в общих чертах, 8 учителей-логопедов (40 %) дали утвердительный ответ, остальные отметили, что знакомы лишь в общем, 3 педагога-психолога (15 %) и 25 учителей начальных классов (39 %) дали утвердительные ответы, при этом 3 социальных педагога (100 %) и 2 медицинских работника (100 %), участвующих в опросе, не знакомы с данной концепцией. Отметим, что для образовательных организаций, работающих над внедрением ФГОС НОО, чаще всего ФГОС для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья не знаком. Учителя не владеют необходимой информацией об особенностях психического развития детей с речевыми нарушениями, не задумываются о необходимости особых подходов к ним.

Об этом свидетельствовали и ответы педагогов на вопрос об использовании специалистами различных вариантов индивидуализации работы с учащимися, имеющими речевые нарушения. В качестве возможных вариантов ответов были предложены следующие:

- а) индивидуальный план работы;*
- б) индивидуальная программа работы;*
- в) программа развития учащегося;*
- г) индивидуальный образовательный маршрут;*
- д) свой вариант ответа.*

Так, из 62 учителей необходимость индивидуального плана работы отметили более половины опрошенных - 33 респондента, на наличие индивидуальной программы работы указали 5 (8 %), 8 (13 %) отметили необходимость программы развития учащегося, 9 (14,5 %) отметили индивидуальный образовательный маршрут, 5 (8 %) отметили индивидуальную работу на уроке. Учителя-логопеды и

психологи также преимущественно выделили необходимость индивидуального плана работы – 60 % и 50 % респондентов соответственно. Таким образом, специалисты сопровождения так же, как и учителя отмечают необходимость планирования индивидуализированной работы с данной категорией школьников.

В рамках нашего исследования было интересно выяснить, с какими специалистами-смежниками налажено взаимодействие по вопросу образования учащихся с речевыми нарушениями. В качестве возможных ответов были предложены следующие:

*а) специалистами Вашего учебного заведения (логопедом, учителями, психологами, дефектологами);*

*б) специалистами системы здравоохранения (врачом-педиатром, психоневрологом, невропатологом, др. врачами;*

*в) др. специалистами.*

Подавляющее большинство отметили специалистов своего учебного заведения (95 %), причём лучше всего налажено взаимодействие между учителями и логопедами (47 %), хуже между учителями и психологами (27 %). При этом взаимодействие между самими специалистами сопровождения в вопросе помощи детям с речевыми нарушениями существует достаточная слаженность – 18 логопедов (90 %) и 18 психологов (90 %) отметили своё взаимодействие в данном вопросе.

При этом, несмотря на выказанный оптимизм в отношении налаженного взаимодействия, специалисты отметили трудности в организации сотрудничества со специалистами-смежниками. Так, 4 заместителя директоров школ города указали на такую сложность, как недостаток информации, к какому специалисту необходимо обращаться в каждом конкретном случае, 42 % учителей начальных классов также указали на эту проблему. При этом 40 % учителей-логопедов отметили в качестве ведущих причин отсутствие четко налаженных схем взаимодействия и пониженную заинтересованность специалистов-смежников в сотрудничестве. На это же указали и 45 % педагогов-психологов, социальных педагоги и медицинские работники так же указали на отсутствие четко налаженных схем взаимодействия. Вероятно, в данном вопросе указывалось преимущественно на сложности во взаимодействии с внешними специалистами, однако упор на отсутствие четко налаженных схем взаимодействия может свидетельствовать и о недостаточности связей внутри организации.

С предыдущим вопросом был связан и вопрос о том, в помощи каких специалистов в стенах школы коллектив особенно нуждается, а их ставки отсутствуют по объективным причинам. Результаты опроса представлены в таблице 1.

Наше исследование в очередной раз продемонстрировало тот факт, что школы недостаточно укомплектованы специалистами психолого-педагогического сопровождения, хотя при организации инклюзивного образования это является необходимым кадровым условием. Судя по ответам, школам не хватает таких узких специалистов, как дефектологи и специалисты по ЛФК. При этом нужда в логопедах и психологах имеет место, хотя данные ставки некоторые руководители закрывают в целях экономии, что является в настоящей ситуации внедрения ФГОС и ФГОС ОВЗ недопустимым. Кроме того, на наш взгляд, только наличие в



образовательном учреждении соответствующих специалистов еще не является свидетельством эффективности помощи детям с речевыми нарушениями.

Таблица 1

*В помощи каких специалистов особенно нуждается педагогический коллектив (в %)*

Специалисты службы помощи Категория респондентов	психолог	дефектолог	логопед	специалист по ЛФК	другие специалисты
Зам. директора школы	33	66		100	
Учителя	14,5	52	4	31	Постоянный врач -2
Логопеды	5	12	-	8	
Психологи	-	40	5	10	Медработник -2
Социальные педагоги				66	
Медицинские работники	50	50	50	50	

Еще одним проблемным полем является соблюдение преемственности в работе детского сада и школы по адаптации ребенка с речевыми нарушениями к новым социальным условиям. Выяснилось, что наиболее часто используется такой возможный вариант совместной работы детского сада и школы, как проведение специальных занятий по типу «Школа будущего первоклассника» (60 % психологов и 95 % логопедов). На необходимость проведения обследования показали 70 % психологов и 40 % логопедов. Однако целью проводимого обследования зачастую выступает не выяснение причин испытываемых ребенком затруднений в овладении программой дошкольного образования, а констатация факта готовности – не готовности к обучению в школе. Проводимая диагностика должна носить комплексный характер, выявлять скрытые потенциалы будущих учеников, помогать им ещё на начальном этапе преодолевать трудности. Нам видится решение этой проблемы в объединении усилий специалистов дошкольных учреждений и школ, разработке единых психодиагностических программ, позволяющих выяснять стартовые трудности детей с речевыми нарушениями и оказывать им необходимую коррекционную помощь ещё на этапе подготовки к школе.

Для удовлетворения особых образовательных потребностей учащихся с речевыми нарушениями необходимо создание ряда педагогических условий, и не только кадровых. Для изучения спектра психолого-педагогических условий эф-

фективности сопровождения учащихся с речевыми нарушениями респондентам было предложено проранжировать по степени значимости представленные в таблице 2 условия.

Таблица 2

*Психолого-педагогические условия эффективности сопровождения учащихся с нарушениями речи*

Педагогические условия	учителя	логопеды	психологи
- включение в коррекционный процесс ближайшего микросоциального окружения ребенка	66	75	35
- выполнение совместно с родителями режима дня	69	30	65
- повышение психолого-педагогической грамотности учителей и родителей	63	90	45
- развитие жизненной компетенции детей	59	40	40
- достаточный уровень знаний педагогов о нарушениях речи, их причинах и проявлениях	63	50	45
- владение знаниями в области организации коррекционно-педагогической работы с детьми, имеющими речевые нарушения	59	75	80
- владение умениями и опытом в области организации коррекционно-педагогической работы с детьми, имеющими речевые нарушения	66	55	90
- стабилизация эмоционального состояния школьников	66	45	70
- создание у учащихся позитивной установки на участие в коррекционном процессе	69	60	75
- учет личного жизненного опыта школьников	56	30	50
- интенсивное речевое общение педагогов и детей	61	55	55
- организация оптимального речевого общения учащихся	64	70	60
- развитие интереса учащихся к своим речевым способностям и возможностям	66	60	40
- <i>учёт особых образовательных потребностей детей с речевыми нарушениями</i>	69	90	60

Мы проанализировали ответы учителей, логопедов и психологов как сравнительно представительной выборки из всех респондентов и получили следующие

результаты. Наиболее значимыми были названы следующие условия (в порядке убывания):

- учёт особых образовательных потребностей детей с речевыми нарушениями (1 место);

- создание у учащихся позитивной установки на участие в коррекционном процессе;

- владение умениями и опытом в области организации коррекционно-педагогической работы с детьми, имеющими речевые нарушения (это условие как особо значимое выделили психологи);

- повышение психолого-педагогической грамотности учителей и родителей (на этом особенно настаивают логопеды);

- организация оптимального речевого общения учащихся.

Таким образом, проведенное исследование позволило изучить мнения специалистов массовых образовательных учреждений относительно организации помощи детям с речевыми нарушениями. В настоящее время в связи с ростом количества таких учащихся в массовой школе необходимо повсеместно создавать специальные условия для целостного развития таких детей, причем ведущим условием, на наш взгляд, выступает коллегиальная работа всех специалистов психолого-педагогического и медико-социального сопровождения учащихся, помогающих педагогу в реализации идей коррекционно-развивающего обучения.

Эффективное сопровождение возможно лишь при целенаправленной работе всех специалистов сопровождения, взаимодействующих друг с другом и грамотно налаживающих сотрудничество с учителем [1]. Первая линия взаимодействия – «учитель - логопед», при возможности «учитель - дефектолог» включает построение совместной коррекционной работы, выполнение всех рекомендаций специалиста в процессе урочной и внеурочной деятельности с учащимися, имеющими речевые нарушения.

Важное направление – «психолог – учитель» – предусматривает адаптацию учебных планов и дозирование учебной нагрузки в соответствии с психофизическими возможностями, психологически грамотное построение урока с учетом структуры нарушения и предупреждения возможных пробелов в усвоении знаний, организацию межличностного взаимодействия внутри классного коллектива, снятие коммуникативных барьеров, разработку и реализацию совместных развивающих программ, диагностику эффективности развивающей работы.

Следующая линия взаимодействия – «социальный педагог - учитель»: как подключить родителей к работе с ребенком, грамотно выстроить образовательное пространство с учетом всех психолого-педагогических рекомендаций, обеспечить включение ребенка, помимо школьной ещё и во внешкольную жизнь. Эти вопросы решаемы при содействии социального педагога, причем в компетенции данного специалиста находятся также вопросы социальной помощи особому ребенку.

Направление взаимодействия «учитель – специалист ЛФК» и «учитель – медицинский работник» связано с реализацией здоровьесберегающих технологий, учетом физиологических возможностей детей с нарушениями речи.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Годовникова Л.В. Модель психолого-педагогического сопровождения учащихся в условиях интегрированного обучения // Интеграция детей с ограниченными возможностями в образовательный процесс. Начальная школа / Авт.-сост. И.В. Возняк, Л.В. Годовникова. – Волгоград: Учитель, 2011. – С. 37-45.

2. Логопедия: Учебник для студентов дефектол. фак. пед. вузов / Под ред. Л.С. Волковой, С.Н. Шаховской. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1998. – 680 с.

3. Чиркина Г.В. Проблема обучения детей с нарушениями речи в контексте их особых образовательных потребностей // Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2012. – № 2 (22).

# ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ШКОЛЬНИКОВ 11-13 ЛЕТ

С.Б. Догадкина<sup>1</sup>

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

*С целью выявления особенностей вегетативной нервной регуляции сердечного ритма у детей 11-13 лет проведено лонгитудинальное обследование школьников методом спектрального анализа variability ритма сердца. Показано, что в процессе роста и полового развития, как у мальчиков, так и у девочек происходит совершенствование нервных регуляторных механизмов деятельности сердца, нарастает тонус парасимпатической нервной системы, однако начавшееся половое созревание вносит изменения в процесс автономной нервной регуляции сердечного ритма у подростков пубертатного периода. У девочек этот процесс отмечается уже в 11 летнем возрасте, у мальчиков – к 12 годам.*

**Ключевые слова:** подростковый возраст, сердечный ритм, вегетативная нервная регуляция.

**PECULIARITIES OF HEART RATE VEGETATIVE REGULATION IN 11-13-YEAR-OLD SCHOOL CHILDREN.** *The article presents the longitudinal study of heart rate vegetative regulation in 11-13-year-old school children, held with the help of HRV spectral analysis. It is shown that during growth and sex development both boys and girls demonstrate improvement of heart regulation mechanisms, and higher parasympathetic tone. However, the start of sex maturation makes changes into autonomic heart rate regulation. This process takes place in girls at the age of 11, and at the age of 12 - in boys.*

**Key words:** adolescence, heart rate, vegetative nervous regulation.

Подростковый возраст характеризуется совершенствованием функции вегетативной нервной системы (ВНС) на фоне активной гормональной перестройки организма. Развитие регуляторных функций ВНС происходит неравномерно, и в периоде активного полового созревания наблюдаются существенные изменения соотношения как между выраженностью симпатических и парасимпатических влияний, так и между соотношением сегментарного и надсегментарного уровней регуляции сердечно-сосудистой системы. Fukuba Y, et al [11] показали, что половое развитие сопровождается такими проблемами автономной нервной регуляции как сниженная вариабельность сердечного ритма вследствие дисрегуляции метаболического контроля.

В ряде современных исследований показаны половые различия вегетативной регуляции ритма сердца, как в покое, так и при ортостатическом воздействии

---

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

начиная с 8-летнего возраста [9; 10; 13; 18]. Л.В. Поскотинова [6] отмечает первые половые различия в вариабельности ритма сердца уже на ранних стадиях пубертатного периода (II-III стадии полового созревания; СПР), продолжающиеся в более поздних СПР (IV-V).

Задача наших исследований заключается в лонгитудинальной оценке изменений вегетативной нервной регуляции у подростков 11-13 лет.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проведено трехкратное лонгитудинальное обследование 40 детей в возрасте 11, 12 и 13 лет. Исследования проводились с письменного согласия родителей.

Исследование вегетативной нервной регуляции сердечного ритма изучали методом спектрального анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) с использованием прибора «Поли-Спектр-12». Определяли: общую мощность спектра (TP,  $mc^2$ ); высокочастотные колебания (HF,  $mc^2$ , п.у., %); низкочастотные колебания (LF,  $mc^2$ , п.у., %); очень низкочастотные (сверхнизкочастотные) колебания (VLF,  $mc^2$ , п.у., %); мощность в диапазоне высоких частот, выраженную в нормализованных единицах:  $HFn.u.=HF/(TP-VLF)*100$ ; мощность в диапазоне низких частот, выраженную в нормализованных единицах:  $LFn.u.=LF/(TP-VLF)*100$ ; отношение LF/HF – характеризующее баланс симпатических и парасимпатических влияний.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты оценки вариабельности сердечного ритма у детей 11-13 лет представлены в таблице 1 соответственно. Выявлен ряд возрастных и половых различий в значениях исследованных показателей.

В целом у большинства детей отмечено хорошее состояние автономной нервной регуляции сердечного ритма. Ритмограмма ВРС характеризуется хорошо выраженными волнами короткого, длинного и очень длинного периодов. Наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма у детей 13 лет вносит парасимпатическая система (фоновая ваготония покоя). Данный вариант регуляции сердечного ритма отражает хорошее физическое состояние и стрессоустойчивость организма.

Спектральный анализ ВРС выявил, половые различия в значениях показателей спектрального анализа у детей начиная с 11 лет.

У девочек отмечаются достоверно более высокие значения высокочастотных колебаний в абсолютных единицах и процентах. Показатель отношения низкочастотных колебаний к высокочастотным достоверно ниже у девочек 11 лет. В 12-летнем возрасте у девочек выявлены более высокие значения очень высокочастотного и низкого компонентов ВРС по сравнению с мальчиками, что свидетельствует о преобладании у них парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма (см. табл. 1), однако в данном возрасте отмечено усиление гормональных влияний на АНС.

У 12-летних девочек по сравнению с 11-летними выявлено достоверное увеличение очень низкочастотного компонента ВРС, свидетельствующего об усилении гормональных влияний на АНС, и сдвиг вегетативного баланса в сторону

усиления симпатических влияний, что связано, по-видимому, с процессами полового созревания.

Таблица 1

*Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма у учащихся 11 - 13 лет в покое ( $M \pm m$ )*

Возраст	Пол	TP, $mc^2$	VLF, $mc^2$	LF, $mc^2$	HF, $mc^2$	LF n.u.	HF n.u.	LF/HF n.u.	% VLF	% LF	% HF
11	М	3589 $\pm 675,1$	950,5 $\pm 115,2$	885,0 $\pm 169,9$	1408,5 $\pm 429,9$	39,05 $\pm 3,1$	60,95 $\pm 3,1$	0,645 $\pm 0,13$	22,1 $\pm 2,67$	26,1 $\pm 2,1$	48,6 $\pm 3,2$
	Д	5531,0* $\pm 1059$	936,0 $\pm 279,1$	1541,0* $\pm 187,1$	2142,0 $\pm 886,0$	31,1 $\pm 4,05$	68,9 $\pm 4,1$	0,452 $\pm 0,14$	23,9 $\pm 3,7$	24,4 $\pm 2,6$	47,1 $\pm 4,8$
12	М	5050 <sup>&amp;</sup> $\pm 619,1$	1475 $\pm 366,6$	1137,6 $\pm 276$	2437,2* $\pm 416,0$	38,5 $\pm 1,1$	61,5 $\pm 3,1$	0,830 $\pm 0,13$	33,5 <sup>&amp;</sup> $\pm 2,67$	24,7 $\pm 2,1$	41,7 $\pm 3,2$
	Д	4858 $\pm 1059$	2128,1* <sup>&amp;</sup> $\pm 279,1$	1105,7 $\pm 187,1$	1624,5* $\pm 360,9$	41,5 $\pm 3,8$	58,5 $\pm 4,1$	0,804 <sup>&amp;</sup> $\pm 0,13$	37,6 <sup>&amp;</sup> $\pm 3,7$	24,5 $\pm 2,6$	37,9 $\pm 4,8$
13	М	2644,0 <sup>&amp;</sup> $\pm 523,3$	1370,0 $\pm 283,1$	870,0 $\pm 170,1$	1055,0 <sup>&amp;</sup> $\pm 268,0$	45,4 <sup>&amp;</sup> $\pm 2,6$	54,6 <sup>&amp;</sup> $\pm 3,6$	0,833 $\pm 0,2$	18,2 <sup>&amp;</sup> $\pm 5,0$	27,4 $\pm 3,3$	40,6 $\pm 3,5$
	Д	4100,5* $\pm 493,3$	1119,5 <sup>&amp;</sup> $\pm 157,6$	881,0 $\pm 177,3$	1724,0* $\pm 287,2$	38,6 $\pm 3,5$	61,4 $\pm 3,5$	0,628 <sup>&amp;</sup> $\pm 0,1$	27,0 <sup>&amp;*</sup> $\pm 1,8$	27,3 $\pm 2,7$	43,2 $\pm 2,7$

*Примечание: М – мальчики, Д-девочки; \* – достоверность различий между показателями у мальчиков и девочек; &– достоверность различий между показателями у детей 11- 13 лет*

В возрасте 12 и 13 лет отмечены достоверно более высокие значения высокочастотных показателей (HF $mc^2$ ) и TP( $mc^2$ ) у девочек по сравнению с мальчиками. Не выявлено половых различий в показателях очень низкочастотных и низкочастотных колебаний ВРС, выраженных в абсолютных, нормализованных единицах и процентах (LF(n.u) %).

У девочек 13 лет отмечаются достоверно более высокие значения высокочастотных колебаний в абсолютных единицах и процентах.

От 11 к 12 годам у мальчиков отмечено достоверное увеличение общей плотности ВРС (TP) и очень низкочастотного компонента ВРС, характеризующего усиление гормональных влияний на АНС. К 13 годам у мальчиков отмечено достоверное снижение общей плотности мощности ВРС за счет достоверного снижения высокочастотных колебаний, что, по-видимому, связано с интенсификацией процесса полового созревания.

Таким образом, исследование variability сердечного ритма детей 11-13 лет в состоянии относительного покоя показало, что значения спектральных и временных показателей ВРС соответствуют таковым, приводимым в ряде исследований [4, 5 и др.] и указанным в международных стандартах [12]. У детей 11 и 13 лет выявлены достоверные половые различия в значениях частотных и вре-

менных показателей вариабельности сердечного ритма (ВРС). Так, в 11 лет показана более высокая суммарная активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм за счет достоверно более высоких величин показателей низко- и высокочастотных колебаний ВРС, у девочек, что свидетельствует о большей устойчивости девочек данного возраста к стрессирующим факторам в сравнении с мальчиками этого же возраста. В 12 лет данные различия в суммарной активности нейрогуморальных влияний исчезают, однако отмечается более высокая активность очень низкочастотного компонента ВРС у девочек. У 13-летних девочек по сравнению с 12-летними выявлено дальнейшее достоверное увеличение очень низкочастотного компонента ВРС, свидетельствующего об усилении гормональных влияний на АНС, что связано, по-видимому, с процессами полового созревания. К

У мальчиков от 12 к 13 годам происходит достоверное снижение общей плотности мощности ВРС (TP) и достоверное снижение высокочастотных колебаний в абсолютных и относительных единицах и увеличение низкочастотных колебаний в относительных единицах, отражающих снижение активность парасимпатического звена автономной нервной системы, что свидетельствует о некотором напряжении вегетативной нервной регуляции в этот период, связанном с усилением гормональных влияний на ВНС.

На основании значений показателя LF/HF, характеризующего симпатопарасимпатический баланс [14-17 и др.], все обследуемые школьники 13 лет были разделены на 3 группы. Дети с LF/HF > 1,0 составили 1-группу (с преобладанием симпатических влияний в регуляции сердечного ритма), дети с LF/HF от 0.5 до 0.9 составили 2 группу (со сбалансированной регуляцией сердечного ритма) и дети с LF/HF < 0.5 составили 3 группу (с преобладанием парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма). Более 78 процентов девочек и 82 процента мальчиков имеют сбалансированную или с преобладанием парасимпатических влияний вегетативную нервную регуляцию сердечного ритма.

Преобладание парасимпатического компонента в структуре ВРС 11-13-летних школьников согласуется с представлением об адаптационно-трофическом действии блуждающих нервов на сердце и является показателем индивидуальной устойчивости здорового организма к стрессирующим факторам [1-3; 5].

Более высокая суммарная активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм за счет достоверно более высоких величин показателей высокочастотных колебаний ВРС, у девочек 12 и 13 лет свидетельствуют о большей устойчивости девочек данного возраста к стрессирующим факторам в сравнении с мальчиками этого же возраста.

Обобщая полученные данные, можно заключить, что в процессе роста и полового развития, как у мальчиков, так и у девочек происходит совершенствование нервных регуляторных механизмов деятельности сердца, нарастает тонус парасимпатической нервной системы. Указанные изменения обусловлены тем, что у учащихся продолжается дифференцировка отделов АНС, формируются сегментарные вегетативные центры, а также высшие отделы АНС, завершается миелинизация проводников, плотность вегетативных сплетений и сложность рецепторных полей в сердце достигают высокого уровня [7; 8], однако начавшееся половое созревание вносит изменения в процесс автономной нервной регуляции сердечно-



го ритма у подростков пубертатного периода. У девочек этот процесс отмечается уже в 11 летнем возрасте, у мальчиков – к 12 годам.

## ВЫВОДЫ

1. У детей 11 лет наблюдаются достоверные половые различия в значениях частотных и временных показателей вариабельности сердечного ритма. У девочек отмечена более высокая активность симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы в сравнении с мальчиками, что свидетельствует об их лучших адаптационных возможностях в данном возрасте.

2. К 12 годам мальчики по показателям вариабельности сердечного ритма достигают значений, наблюдаемых у девочек в 11-12 лет. Таким образом, в возрасте 12 лет достоверных половых различий в активности вегетативной нервной системы не выявлено, у девочек от 11 к 12 годам достоверных возрастных изменений временных и частотных показателей не отмечено.

3. К 13 годам у девочек отмечается усиление вклада высокочастотных колебаний в общую мощность спектра, у мальчиков происходит дальнейшее снижение активности парасимпатического отдела ВРС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р. М. Вариабельность сердечного ритма. Медико-физиологические аспекты/**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА: Теоретические аспекты и практическое применение**//Тезисы докладов IV всероссийского симпозиума с международным участием, 19–21 ноября 2008 г., посвященного юбилею заслуженного деятеля науки РФ, профессора Романа Марковича Баевского. Ижевск, 2008.

2. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.

3. Вейн А.М. Вегетативные расстройства / А.М. Вейн, Т.Г. Вознесенская. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 352 с.

4. Галеев А.Р. Взаимосвязь типа вегетативной регуляции и потребности в двигательной активности / А.Р. Галеев, Л.Н. Игишева – 2002. – (по материалам сайтов - <http://www.ortoplus.da.ru/>; [ortoplus@mail.ru](mailto:ortoplus@mail.ru)).

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

6. Поскотинова Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус подростков и молодых лиц в условиях Европейского Севера России : диссертация ... доктора биол. наук. – Архангельск, 2009. – 288 с.

7. Пузик, В.И. Возрастная морфология сердечно-сосудистой системы человека / В.И. Пузик, А.А. Харьков. – М., Л.: АПН РСФСР, 1948. – 224 с.

8. Швалёв, В.Н. Этапность преобразований вегетативной нервной системы в онтогенезе / В.Н. Швалёв, А.А. Сосунов // Арх. анат., гистол. и эмбриол. – 1989. – Т. XXVI, № 5. – С. 5-17.

9. Barantke M. Effects of gender and aging on differential autonomic responses to orthostatic maneuvers/Barantke M, Krauss T, Ortak J, Lieb W, Reppel M, Burgdorf C, Pramstaller PP, Schunkert H, Bonnemeier H. // *J Cardiovasc Electrophysiol.* – 2008. – Dec;19(12):1296–303.
10. Duman L. Heart rate variability analysis reveals a shift in autonomic balance towards an increase in parasympathetic tonus in boys with undescended testis/Duman L., Demirci M, Tanyel FC // *Eur J Pediatr Surg.* – 2010. – 20, № 3. – P. 150–152.
11. Fukuba Y, Autonomic nervous activities assessed by heart rate variability in pre- and post-adolescent Japanese / Fukuba Y, Sato H, Sakiyama T, Yamaoka Endo M, Yamada M, Ueoka H, Miura A, Koga S. // *J Physiol Anthropol.* – 2009. – 28, № 6. – P. 269-273.
12. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use. // *Circulation.* – 1996. –93. – P. 1043–1065.
13. Longin E Autonomic nervous system function in infants and adolescents: impact of autonomic tests on heart rate variability / Longin E, Dimitriadis C, Shazi S, Gerstner T, Lenz T, König S. // *Pediatr Cardiol.* – 2009. – 30, № 3. – P. 311–24.
14. Pagani M. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. / Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S et al // *COT Res.* – 1986; 59: 178-193.
15. Pomeranz M. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis/ Pomeranz M, Macaulay RJB, Caudill MA. // *Am J Physiol.* – 1985. – 248. P. 51-52.
16. Ubiria I., Relation between heart rate variability and peak expiratory flow in healthy schoolchildren / Ubiria I., Telia A., Abuladze G. // *Bull. of the Georgian Academy of sciences.* – 2003. – 167, N3. – P. 546-548.
17. YamamotoY. Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability / YamamotoY., Hughson RL, Peterson JC // *J. Appl. Physiol.* –1991. – 71. – P. 1143-1150.
18. Zhang J.Effect of age and sex on heart rate variability in healthy subjects // *J. Manipulative Physiol Ther.* – 2007. – 30, N5. – P. 374-379.

# ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОДИНАМИКИ И ДЫХАНИЯ У МАЛЬЧИКОВ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПО ДАННЫМ ВРЕМЕННОГО И СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

О.В. Кузнецова, Ю.Н. Комкова<sup>1</sup>  
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии  
Российской академии образования», Россия, Москва

*Настоящая работа является продолжением изучения вариабельности сердечного ритма, систолического и диастолического артериального давления и объема дыхания у мальчиков и девочек школьного возраста при умственной нагрузке. На девочках 8-11 и 15-16 лет показано, что умственная нагрузка сопровождается активизацией симпатического отдела автономной нервной системы и проявляется в форме «отставленной реакции» как при нагрузке счет в уме, так и при выполнении буквенного теста.*

*Следующий этап исследования включал анализ параметров колебательных процессов в системе автономной нервной регуляции дыхания и гемодинамики в состоянии спокойного бодрствования, при умственной нагрузке и в восстановительном периоде у мальчиков 8-11 лет и 15-16 лет.*

*Выявлены некоторые возрастные особенности в развитии регуляции дыхания и гемодинамики со стороны автономной нервной системы, сходной с таковой у девочек такого же возраста, и не выявлено значимых половых различий в спектральных и временных параметрах автономной нервной системы в процессе когнитивной деятельности.*

**Ключевые слова:** *вариабельность сердечного ритма, вариабельность ритма артериального давления и ритма дыхания, умственная нагрузка, младшие и старшие школьники.*

**AGE CHANGES OF HEMODYNAMICS AND BREATHING CHARACTERISTICS STUDIED IN SCHOOL BOYS WITH THE USE OF TIME AND SPECTRAL ANALYSIS.** *This work is a continuation of the study of heart rate variability, systolic and diastolic blood pressure, and breathing volume in boys and girls of school age when performing mental work. The study held on 8-11 and 15-16-year-old girls showed that mental load is accompanied by activation of the sympathetic nervous system and manifests itself in the form of "delayed reaction," both when performing mental counting and literal test.*

*The next stage of research included the analysis of oscillatory processes in the autonomic nervous system regulation of breathing and hemodynamics, when performing mental work and during recovery period for 8-11 and 15-16-year-old boys.*

*There were revealed some age characteristics in the development of breathing regulation and hemodynamics by the autonomic nervous system, similar to that of girls of the same age. No significant sex differences were revealed within spectral and temporal*

---

Контакты: <sup>1</sup>Комкова Ю.Н. -E-mail:julie.komkova@gmail.com

*parameters of the autonomic nervous system when performing some cognitive activity.*

**Keywords:** *heart rate variability, variability of blood pressure and respiratory rate, mental work, junior and senior school students.*

Гемодинамическая и респираторная система и их регуляторные механизмы играют роль лимитирующих факторов при физической нагрузке, поэтому изучение развития регулирующей функции автономной нервной системы звеньев респираторно-гемодинамической системы является предметом пристального внимания возрастной и спортивной физиологии.

Умственная нагрузка не имеет прямого влияния на систему гемодинамики и дыхания, вместе с тем в экспериментальных ситуациях замечено, что в процессе когнитивной деятельности изменяются параметры кровообращения и дыхания [4; 7; 9; 10; 20]. Считается, что физиологический ответ на умственные нагрузки реализуется за счет опосредованных влияний на висцеральные функции через структуры ЦНС и включение информационных и метаболических процессов деятельности организма.

Предыдущие наши исследования показали значимость умственной нагрузки на организм, в особенности в детском и подростковом возрасте. Умственная нагрузка проявляется в форме «оставленной» реакции, сходной с работой «в долг» при физической нагрузке [7].

С развитием науки, техники и технологий растет информационная нагрузка, захватывая все сферы жизни, в том числе активно внедряясь в систему образования. Многочисленные исследования показывают высокую энергозатратность ментальных нагрузок, вызывая напряжение регулирующих систем, отражающееся на функциональном состоянии организма человека, в особенности детей и подростков [4; 7; 10; 15; 17; 20].

В связи с этим особенно актуальным становится изучение становления регулирующих систем в детском возрасте при умственных нагрузках.

Целью настоящей работы было выявить особенности вариабельности ритмов артериального давления, ритма сердца и ритма дыхания у мальчиков младшего и старшего школьного возраста в покое и при различных умственных нагрузках.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для изучения автономной нервной регуляции дыхания и гемодинамики использовали методы спектрального и временного анализа [2; 5; 8; 11; 14; 17; 18].

Спектральный метод анализа вариабельности ритмов сердца (ВРС), объема дыхания (ВРД), систолического и диастолического артериального давления (ВР АДС и АДД) позволяет обнаружить различные частотные составляющие спектра исследуемых ритмов и количественно оценить динамику его структуры. В норме у человека в спектре ритмов (при анализе 5 минутных записей ЭКГ) присутствуют три основных спектральных составляющих, или пика [5]: *высокочастотные колебания* (HF ( $\text{мс}^2$ , %)) - мощность спектра в диапазоне 0,15-0,4 Гц, которые сопряжены с дыханием и отражают модулирующее влияние парасимпатического отдела нервной системы на пейсмекерную активность синусового узла [2; 8; 14]; *низкочастотные колебания* – (LF ( $\text{мс}^2$ , %)) – мощность спектра в диапазоне 0,04-

0,15 Гц, которые могут быть обусловлены как периодически возникающими вспышками симпатической вазомоторной активности (собственный ритм сосудо-двигательного центра), так и колебания ритма АД, реализуемого через барорефлекторные механизмы [2; 8; 14]; *очень низкочастотные колебания* – (VLF (мс<sup>2</sup>,%)) – мощность спектра в диапазоне 0,003-0,04 Гц, которые характеризуют влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр [1; 13].

*Общая мощность спектра* в диапазоне от 0,003 до 0,4 Гц или полный спектр частот (TR(мс<sup>2</sup>)), отражает суммарную активность воздействия АНС на вариабельность ритмов различных показателей легочного дыхания и гемодинамики [2; 5; 8].

Для оценки вегетативного баланса использовалось отношение низкочастотной составляющей спектра к высокочастотной (LF/HF) [2; 16; 22].

Временной метод анализа ВРС включал измерение следующих показателей: RRNN, мс - средняя длительность интервалов RR, которая отражает результат регуляторных влияний на синусовый ритм, сложившегося баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами автономной нервной системы [2,8]; SDNN, мс - стандартное отклонение величин нормальных интервалов RR за рассматриваемый временной отрезок, зависит от влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы [2,8]; RMSSD, мс - квадратный корень из суммы квадратов разностей величин последовательных интервалов NN [2,8]; pNN<sub>50</sub>,% - процент NN<sub>50</sub> (NN<sub>50</sub> - количество пар последовательных интервалов NN, различающихся более, чем на 50 мс в течение всей записи) от общего количества последовательных пар интервалов, полученное за весь период записи. Значения показателей RMSSD и pNN<sub>50</sub> определяются преимущественно влиянием парасимпатического отдела автономной нервной системы и являются отражением синусовой аритмии, связанной с дыханием [2]; CV, % - коэффициент вариации (CV=SDNN/RRNN\*100%), отражающий смещение вегетативного баланса в сторону преобладания одного из отделов вегетативной нервной системы [2];

В эксперименте использованы приборы, разработанный ООО «Интокс» (С.-Петербург) - спиреоартериокардиоритмограф (САКР) и "Поли-Спектр-12" фирмы НЕЙРОСОФТ (Иваново).

Исследование включало две серии экспериментов. В первой серии - изучение вегетативной регуляции респираторно-гемодинамической системы у 120 здоровых мальчиков 8-11 лет. Регистрация показателей кардиоритма, артериального давления и дыхания (дыхательного объема и времени вдоха и выдоха) велась в момент выполнения задания и в восстановительном периоде.

В качестве тестовой нагрузки использован "счет в уме". В процессе выполнения функциональной пробы все дети последовательно вычитали из определенной суммы одно число в течение 5 минут (для детей 8-9 лет из 100 вычитать 7, для детей 10-11 лет из 500 вычитать 7). Если ребенок за установленное время успевал досчитать до конца, счет велся в обратном направлении – прибавление цифры на 1 больше до первоначально заданного числа, тем самым уравнивалась нагрузка для детей с разными навыками счета.

Во второй серии эксперимента - изучение вегетативной регуляции ВРС у 52

мальчиков 15-16 лет. Запись ЭКГ (во втором стандартном отведении) осуществлялась в состоянии покоя, в процессе нагрузки и восстановительном периоде, как и в первой серии эксперимента. В качестве умственной нагрузки использован компьютеризированный буквенный тест [12].

В исследованиях было показано, что для мальчиков, как и выявленное ранее у девочек 8-11 лет [7], характерно наличие хорошо выраженных волн сердечного ритма во всех трех диапазонах частот, а именно: высокочастотные, или быстрые, волны (HF), медленные (LF) и очень медленные волны (VLF). Характерно также присутствие быстрых, медленных и очень медленных волн в спектрах артериального давления и дыхания.

У мальчиков, как и у девочек, в спектре сердечного ритма доля быстрых и медленных волн составляет в среднем 60 % и 25 % соответственно, а доля очень медленных волн – 15 %.

С учетом результатов наших исследований вариабельности артериального давления у девочек, проведенных ранее [7], следует, что в спектре артериального давления у детей младшего школьного возраста обоих полов преобладают очень медленные волны, их составляют от 40 до 60 % (в спектре ВР АДД). При этом доля очень медленных волн несколько выше в спектре вариабельности диастолического давления, чем в спектре систолического у мальчиков одного возраста. Так, у мальчиков 8 лет вклад очень медленных волн в структуру спектра систолического АД составляет 44 %, а в структуру диастолического АД 52 %.

Несмотря на большой разброс значений общей мощности (TP) спектров и спектральных составляющих изучаемых показателей внутри групп, существенных различий средних величин при переходе из одной возрастной группы в другую выявлено не было. Между тем, прослеживаются изменения на уровне тенденций, так, у мальчиков от 8 до 10 лет отмечается уменьшение общей мощности спектра сердечного ритма, а в 11 лет незначительное увеличение этого показателя.

В спектре ритма дыхания волнам быстрого порядка принадлежит от 25 % у восьмилетних детей до 55 % – у десятилетних. Вклад очень медленных волн не превышает 50 %.

В динамике ритма дыхания прослеживаются некоторые половые отличия. Нами показано ранее [7], что у девочек прослеживается рост общей мощности спектра вариабельности ритма дыхания с 8 до 11 лет, который идет за счет быстрых волн (доля медленных и очень медленных волн снижается), тогда как у мальчиков во всех исследованных возрастных группах, как по общей мощности, так и по структуре спектра, изменений практически не наблюдается.

Возрастная динамика изученных показателей у мальчиков, и ранее данные полученные на девочках позволяет предположить, что при переходе из одной возрастной группы в другую внутри спектров кардиоритма, ритмов дыхания и артериального давления происходят сложные структурные перестройки, даже в том случае, когда суммарная мощность спектра остается неизменной.

В процессе выполнения функциональной пробы «счет в уме» частота сердечных сокращений (ЧСС) увеличивалась у 72 % мальчиков 8-9 лет, среди 10-11-летних детей, доля тех, у которых наблюдалось повышение пульса во время счета, несколько снижалась за счет увеличения числа детей, у которых ЧСС понизилась.

Таблица 1

Показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (систолического, АДС и диастолического, АДД), дыхательного объема (ДО) и длины дыхательного цикла (ДЦ) у мальчиков младшего школьного возраста ( $M \pm m$ ).

Показатели	Группа/ период исследования											
	8 лет (n=20)			9 лет (n=20)			10 лет (n=20)			11 лет (n=20)		
	Исх. сост.	Нагр.	После нагруз- ки	Исх. сост.	Нагр.	После нагруз- ки	Исх. сост.	Нагр.	После нагруз- ки	Исх. сост.	Нагр.	После нагруз- ки
<b>ЧСС, уд/мин</b>	90 ±3,4	95 ±3,2	85 ±2,6	90 ±2,1	93 ±2,0	86 ±2,9	88 ±3,0	92 ±3,0	83 ±3,0	84 ±2,0	89 ±2,1	79 ±1,6
<b>АДС, mmHg</b>	106 ±2,4	105 ±2,0	102 ±2,5	109 ±2,0	111 ±2,6	107 ±2,3	109 ±1,6	106 ±3,0	104 ±1,0	108 ±3,0	110 ±2,6	103 ±1,8
<b>АДД, mmHg</b>	65 ±2,6	65 ±3,0	62 ±1,3	64 ±1,1	62 ±1,0	63 ±1,4	61 ±1,3	59 ±2,0	61 ±1,0	64 ±1,0	60 ±2,7	62 ±1,5
<b>ДО, л/мин</b>	0,20 ±0,02	0,21 ±0,02	0,23 ±0,06	0,2 ±0,02	0,2 ±0,01	0,2 0,04	0,23 ±0,02	0,19 ±0,01	0,18 0,01	0,22 ±0,02	0,23 ±0,02	0,23 ±0,02
<b>ДЦ,с</b>	3,5 ±0,32	3,82 ±0,44	4,98 ±1,00	3,6 ±0,34	2,8 ±0,3	3,6 0,36	4,02 ±0,38	3,36 ±0,33	4,0 ±0,45	3,77 ±0,40	3,32 ±0,28	4,42 ±0,71

Примечания: *исх.сост.* – исходное состояние, *нагр.* – нагрузка ("счет в уме").

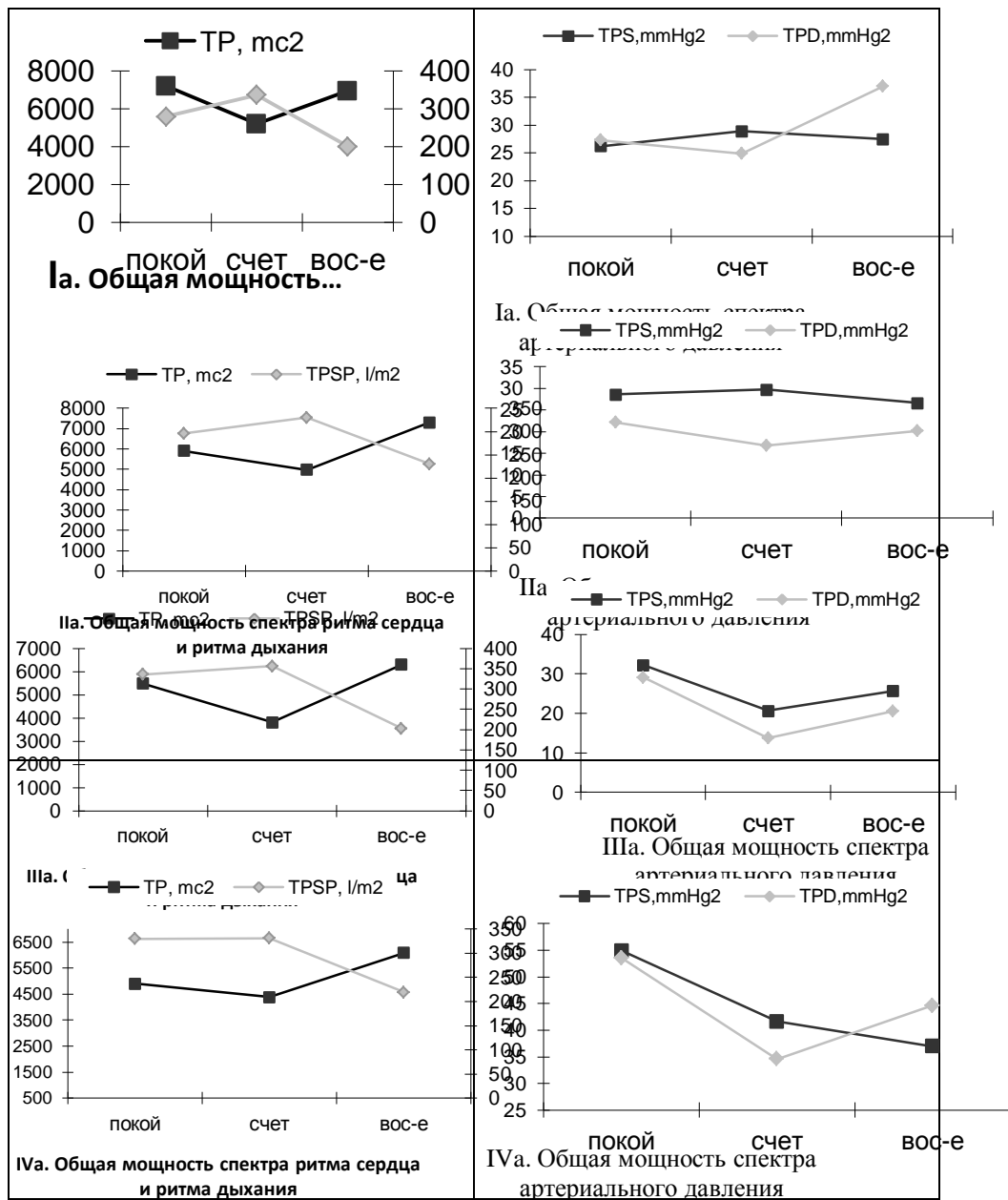


Рисунок 1. Динамика общей мощности варибельности ритмов сердца и дыхания (а); ритмов систолического и диастолического давления (б) у мальчиков младшего школьного возраста. I. дети 8 лет; II. дети 9 лет; III. дети 10 лет; IV. дети 11 лет.



Общая мощность спектра сердечного ритма (ТР РС) во время счета в среднем имела устойчивую тенденцию к снижению у мальчиков всех возрастных групп. После функциональной пробы (спустя 10 минут отдыха) этот показатель не только достигал исходного уровня, но и превышал его на 15-40 %, подобные изменения отмечается и некоторыми данными литературы [4]. Такая закономерность прослеживается во всех возрастных группах, за исключением мальчиков 10 лет (рис.1а).

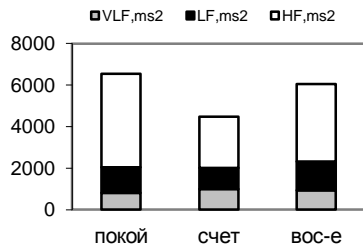
Индивидуальный анализ показал вариативность изменения вегетативного баланса в ритме сердца в процессе нагрузки: большая часть испытуемых (62 % младших школьников и 52 % старших) отвечали на нагрузку сдвигом вегетативного баланса в сторону симпатического отдела АНС, 18 % младших школьников и 10-13% старших – в сторону активности парасимпатического отдела, у остальных детей тип регуляции в ритме сердца значимо не менялся. Средние значения артериального давления значимо не менялись, в то время как при индивидуальном анализе у 8-и летних мальчиков в большинстве случаев отмечено повышение систолического артериального давления (табл.1).

В спектрах ВР АДС и ВР АДД наблюдался рост общей мощности спектра в процессе нагрузки и снижении в восстановительном периоде с одновременной ее структурной перестройкой, причем за счет активизации симпатической АНС. Между тем, индивидуальный анализ показал, что у 23 % испытуемых активизировалась парасимпатическая нервная система, а у 18 % детей вегетативный баланс не менялся.

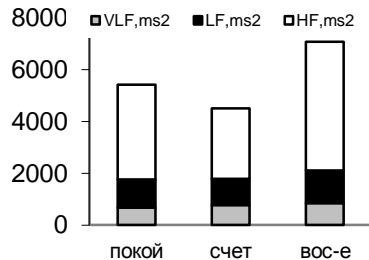
В процессе счета менялась глубина и ритм дыхания, длительность вдоха и выдоха, в то же время длительность дыхательного цикла значимо не менялась (таблица 1). Общая мощность спектра ритма дыхания (ТР РД) во время счета увеличивалась у мальчиков 8-9 лет и снижалась после 10 минут отдыха значительно ниже уровня покоя (до нагрузки). У детей 10-11 лет данный показатель в процессе счета практически не менялся, однако через 10 минут отдыха также снижается в среднем на 30 %, что ниже уровня до нагрузки. Эти изменения идут за счет снижения LF и VLF во время нагрузки и сразу после неё, при этом наиболее выражено меняется значение VLF.

Таким образом, в результате исследований было выявлено, что в процессе счета реакция на нагрузку сердечного ритма выражалась общим снижением ТР, сопровождающееся одновременным снижением тонуса как симпатического, так и парасимпатического отдела АНС. Однако, снижение активности парасимпатического отдела было значительно более выражено, вследствие чего вегетативный баланс сдвигался в сторону симпатикотонии. В восстановительном периоде показатели стремятся к прежним значениям, однако полного восстановления не происходит даже после восстановительного периода, по времени вдвое превышающего саму нагрузку. Такая же закономерность была отмечена ранее и у девочек тех же возрастов [7].

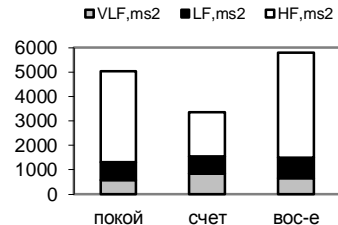
Обращает на себя внимание тот факт, что в ритме артериального давления и дыхания, изменения в процессе выполнения функциональной пробы не значительны, а основные изменения фиксируются после 10 минут отдыха (рис. 2 а-г)



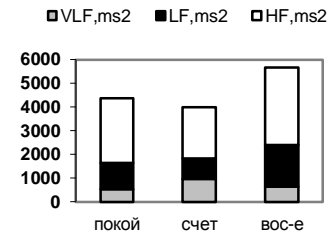
Ia



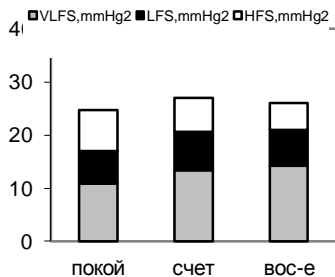
IIa



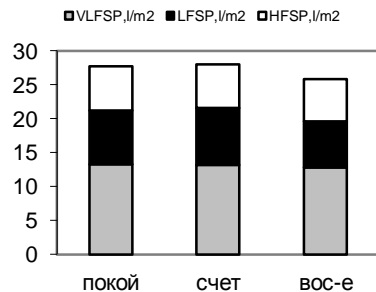
IIIa



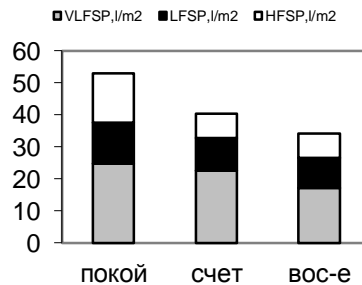
IVa



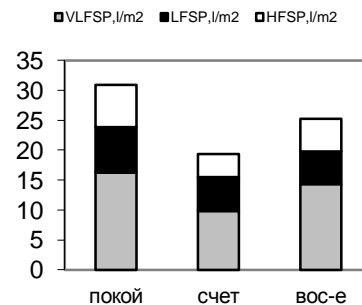
Iб



IIб



IIIб



IVб

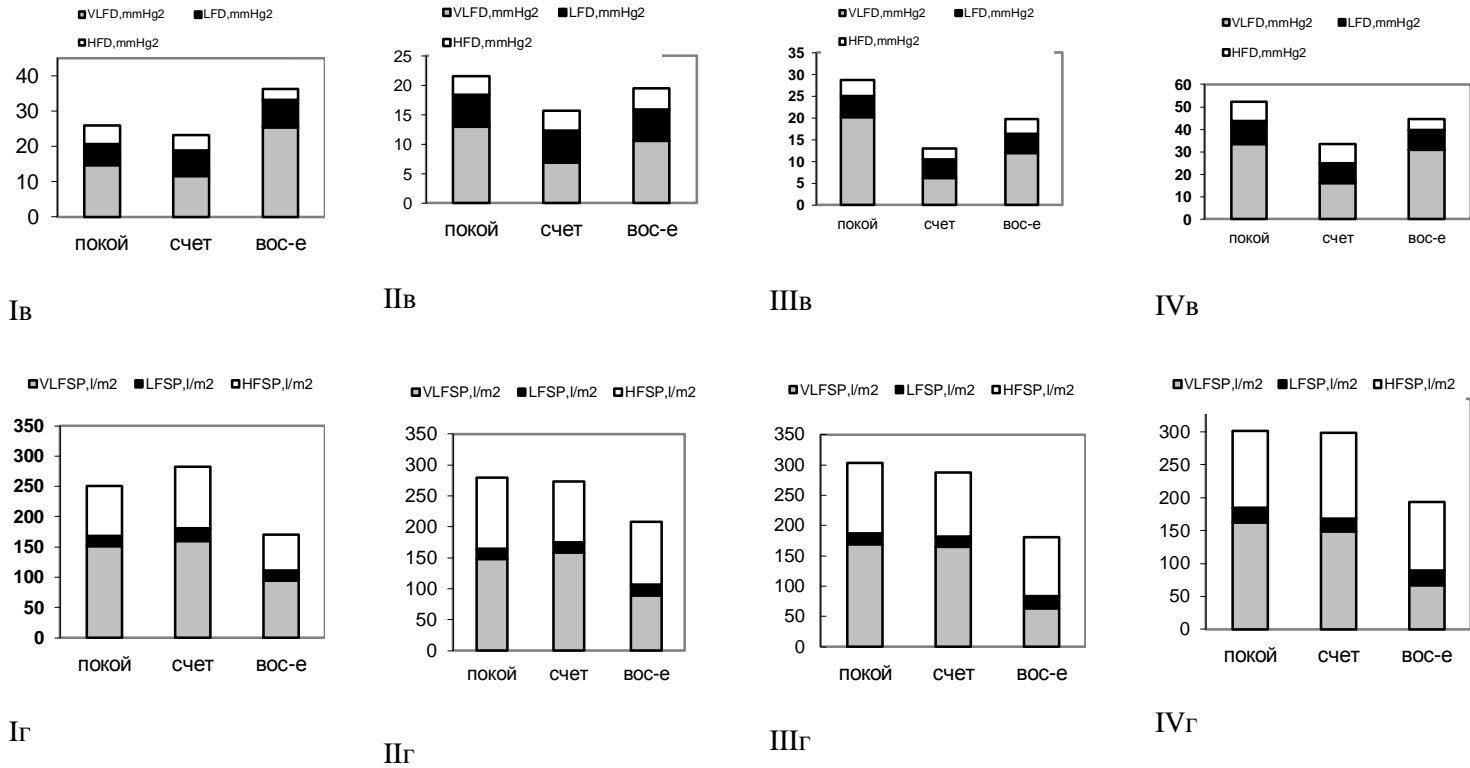


Рис. 2. Изменение структуры спектров. а) сердечного ритма; б) ритма систолического АД; в) ритма диастолического АД; г) ритма дыхания (ДО) у мальчиков 8-11 лет в покое, при умственной нагрузке и через 10 минут отдыха; I- IV возрастные группы детей от 8-11 лет.

Амплитуда и направленность изменений общей мощности спектра и его структурных составляющих при функциональной пробе и в восстановительном периоде примерно одинаков у мальчиков во всех исследуемых возрастных группах. Спектры ритма артериального давления отличаются довольно высокой вариативностью, что обусловлено индивидуальными особенностями детей.

Как и у девочек, что было показано ранее [7], у мальчиков наблюдаются реципрокные (противофазные) и синфазные взаимоотношения показателей ритмов сердца, дыхания, систолического и диастолического давления; синфазные между ТР ритма дыхания и ЧСС, дыхательным объемом и ТР сердечного ритма, а быстрые волны (HF) в спектрах ритмов сердца дыхания изменяются противофазно. Изменения в диапазоне VLF практически всегда однонаправлено в спектрах ритмов систолического давления и дыхания.

Таким образом, подытоживая результаты настоящего и предыдущего комплексного исследования респираторно-гемодинамической системы у детей обоих полов, можно заключить, что все звенья системы чувствительны к воздействию умственных нагрузок. Однако, разные параметры респираторно-гемодинамической системы при предъявлении функциональной пробы "счет в уме", реагируют неодинаково как по направленности, так и по амплитуде изменений от уровня, предшествующего нагрузке. Вариативность реакции на нагрузку в разных звеньях системы у детей одного возраста и изменение реакции этих же звеньев системы при переходе в другую возрастную группу обусловлено гетерохронностью созревания регулирующих механизмов отдельных звеньев РГДС. А разнообразие вариантов реагирования внутри половозрастных групп на функциональную пробу, на наш взгляд, говорит о высокой степени индивидуальности стратегий механизмов регулирования.

У мальчиков наиболее чувствительными к воздействию оказались изменение объема дыхания и вариабельность сердечного ритма, а наименее реактивными показали себя артериальное давление и частота дыхания, как и в случае с младшими школьниками.

Таким образом, эксперимент подтвердил выраженное влияние ментальной нагрузки на висцеральные функции, что согласуется с литературными данными [4; 7; 9; 10; 15; 17; 20].

Кроме того, ещё раз показал возрастные различия в созревании регуляции различных звеньев респираторно-гемодинамической системы, гетерохронный характер этого созревания, а также отсутствие половых различий в характере реакции висцеральных функций на умственную нагрузку. А так же настоящее экспериментальное исследование подтвердило значимость воздействия умственной нагрузки и её опосредованный характер.

Ранее нами была осуществлена попытка проследить характер автономной нервной регуляции сердечного ритма при другом более сложном виде умственной деятельности, таком как работа на компьютере на примере девочек [7].

Работа на компьютере была выбрана в качестве функциональной пробы (информационной нагрузки) не случайно. Последнее время внедрение информационных технологий стало неотъемлемой частью образовательного процесса.

Исследования доказали [7; 10; 16], что работа на компьютере требует вовлечения значительных интеллектуальных и физических ресурсов организма.

Исходя из результатов ранее проведенных экспериментов [7] следует, что наиболее устойчивая реакция у младших школьников на умственную нагрузку наблюдалась в ритме сердца. В связи с этим нам представлялось целесообразным исследование автономной регуляции именно ритма сердца при работе на компьютере, как более сложной умственной нагрузке.

Несмотря на то, что в исследованиях реакции звеньев РГДС на умственную нагрузку «счет в уме» не было выявлено значимых половых различий, однако это на наш взгляд не исключает наличие таковых при более сложных видах когнитивной деятельности, к которым относится работа на компьютере.

Анализ ранее проведенного анкетирования подростков 15-16 лет, показал, что больше времени за компьютером проводят мальчики [3], это явилось дополнительным фактором для проведения исследования характера автономной нервной регуляции гемодинамики на примере сердечного ритма при работе на компьютере у мальчиков с целью выявления наличия или отсутствия половых особенностей.

Проведенный спектральный не выявил значимых различий в показателях структуры variability ритма сердечных сокращений (рис. 4).

Вместе с тем, по данным временного анализа у мальчиков во время умственной нагрузки отмечается незначительное увеличение активности симпатической нервной системы, которое проявляется в значимом снижении показателя средней длительности R-R (RRNN,  $p=0,0001$ ) в процессе работы на компьютере, по сравнению с исходным состоянием.

По нашему мнению, такая реакция свидетельствует о том, что дети не испытывают существенного напряжения в процессе работы на компьютере, что, в свою очередь может говорить о достаточном уровне адаптации к этому виду деятельности при кратковременной нагрузке.

Предыдущее наше исследование на девочках показало более выраженную реакцию при работе за компьютером у них [7], по сравнению с мальчиками.

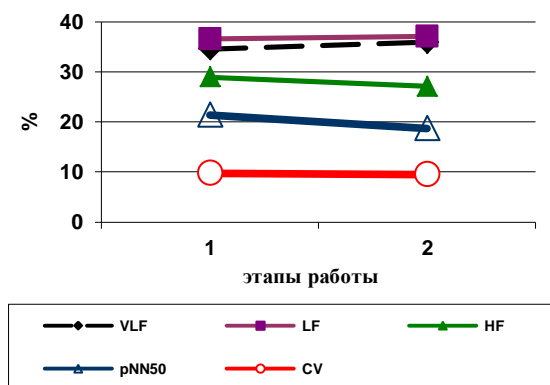


Рис.3. Изменение временных и спектральных показателей сердечного ритма у подростков 15-16 лет, 1 - исх. сост., 2 – умственная нагрузка.

По данным временного анализа в процессе выполнения умственной нагрузки данных ВРС у подростков 15 и 16 лет также отмечается снижение активности парасимпатической и повышение активности симпатической нервной системы. Подобная реакция на умственную нагрузку отмечается и другими исследователями [7,10]. Наблюдаемый незначительный рост активности симпатической нервной системы у мальчиков 15-16 лет в процессе выполнения компьютеризированного буквенного теста сходен с характером реакции АНС на "счет в уме", выявленный нами у девочек и мальчиков 8-11 лет.

Повышение активности симпатической и снижение парасимпатической нервной системы в процессе выполнения умственной нагрузки можно рассматривать как проявление адекватной реакции на нагрузку.

Следует отметить, что в ранее описанных исследованиях [7] у девочек была выявлена несколько более выраженная реакция, однако не настолько значимо, чтобы говорить о половых различиях. По нашему мнению, несколько большая активизация симпатической нервной системы у девочек, чем у мальчиков скорее ситуативная и обусловлена поведенческим фактором. Для девочек работа на компьютере менее знакома, соответственно они менее адаптированы к такому виду деятельности. Возможно, именно поэтому у девочек задействованы ещё и гуморально-метаболические регуляторные механизмы [7], что отмечается изменением очень низкочастотного компонента спектра вариабельности ритма сердца.

Ещё один важный момент прослеживается в исследованиях на мальчиках. После выполнения нагрузки у 15-16-летних подростков, как и у 8-11-летних детей, не все показатели ВРС возвращаются к исходному уровню активации как после умственной нагрузки "счет в уме", так и при выполнении компьютеризированного буквенного теста, в точности повторяя результаты предыдущего исследования на девочках тех же возрастов.

По нашему мнению, это подтверждает высказанные нами ранее предположения о том, что умственная нагрузка вызывает «напряжение» регуляторных систем, которое при выполнении самой нагрузки может явно не проявляться, но вызывает отсроченную реакцию по типу физической нагрузки «в долг». Такая реакция может быть обусловлена опосредованными влияниями на висцеральные функции через структуры ЦНС и включение метаболических процессов, обеспечивающих когнитивную деятельность.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Возрастная динамика изученных показателей у мальчиков, и ранее полученные данные на девочках позволяет предположить, что при переходе из одной возрастной группы в другую внутри спектров кардиоритма, ритмов дыхания и артериального давления происходят сложные структурные перестройки, даже в том случае, когда суммарная мощности спектров остается неизменной.

Структура спектров сердечного ритма меняются волнообразно, при этом четко прослеживается тенденция к усилению гуморально-метаболических влияний от младшего школьного к старшему подростковому возрасту.

Настоящее исследование показало, что более подвижными в ответ на воздействие когнитивной нагрузки являются кардиальное и дыхательное звенья респи-

раторно-гемодинамической системы и это характерно для детей и подростков не зависимо от пола.

Вызванное «напряжение» регуляторных систем, не проявляющееся в момент умственной функциональной пробы, но вызывающее отсроченную реакцию по типу физической нагрузки «в долг», может быть обусловлено опосредованными влияниями на висцеральные функции через структуры ЦНС и включение метаболических процессов, обеспечивающих когнитивную деятельность.

Результаты исследования на младших школьниках и подростках при выполнении различных умственных нагрузок дает основание полагать о существовании единой стратегии автономного нервного регулирования висцеральных функций, обеспечивающих когнитивную деятельность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аладжалова Н.А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга. – М.: Наука, 1979;
2. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов. А.В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. – 2001. – №24. – с.65.
3. Безруких М.М., Комкова Ю.Н. Анализ опыта работы за компьютером школьников 14-16 лет // Новые исследования. – 2008. – № 1. – С. 22-30.
4. Волокитина Т.В., Иваницкая Е.Ю. Исследование спектральных характеристик сердечного ритма у младших школьников при умственной деятельности // Мед. техника. – 2005. – № 2. – С. 27-29.
5. Комаров Г.Д., Кучма В.Р, Носкин Л.А. Полисистемный саногенетический мониторинг. – М.: изд-во МИПКРО, 2001.
6. Кузнецова О.В. спектральный анализ некоторых параметров респираторно-гемодинамической системы у школьников 8 лет в покое // Новые исследования – 2003. – № 2. – С. 96.
7. Кузнецова О.В., Комкова Ю.Н. Variability ритмов сердца, артериального давления и дыхания у девочек школьного возраста при умственной нагрузке по данным временного и спектрального анализа // Новые исследования - – 2013. – № 1. – С. 64-78.
8. Михайлов В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения / В.М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
9. Никулина М.В. Вегетативная регуляция сердечной деятельности у детей и подростков: Дис... канд. биол. наук. – Архангельск, 2005. – 210 с.
10. Пономарева Т.А. Срочная адаптация системы кровообращения детей младшего школьного возраста к работе на компьютере: Автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 2005. – С. 20.
11. Станкерс А., Алондерис А. Спектрально-когерентный состав взаимосвязи между формой пульсовой волны сонной артерии и сердечным ритмом // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 3. – С. 76.

12. Сонькин В.В. Компьютерная система оценки умственной работоспособности // Мат-лы межд. конф. "Физиология развития человека". Секция 4. – М.: Вердана, 2009. – С. 101-102.
13. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. – Новосибирск: Наука, 1999. – 264 с.
14. Berntson G.G., Bigger J.T., Eckberg, D.L., Grossman, P., Kaufmann, P.G., Malik, M., et al. Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. // *Psychophysiology*. – 1999. – V. 34. – P. 623-648.
15. Cinaz B., La Marca R., Arnrich B., Tröster G. Monitoring of mental workload levels // *IADIS International Conference e-Health*. – 2010. – P. 189-193.
16. Ivarsson M., Anderson M., Akerstedt T., Lindblad F., Playing a violent television game affects heart rate variability // *Foundation Acta Pædiatrica*. – 2008.
17. Kamada T., Sato N., Miyake S. et al. Power spectral analysis of heart rate variability in Type As during solo and competitive mental arithmetic task // *Journal of Psychosomatic Research*. – 1992. – V. 36, № 6. – P. 543.
18. Sandercock G. Normative values, reliability and sample size estimates in heart rate variability / G. Sandercock // *Clinical Science (London)*. – 2007. – Vol. 113, № 3. – P. 129-130.
19. Task Force of The European Society of Cardiology, The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. // *Eur Heart J*. – 1996. – V. 17. – P. 354.
20. Thayer J., Åhs F., Fredrikson M. et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2012. – V 36, – P. 747-756.



# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

Р.М. Васильева<sup>1</sup>

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

Исследовали особенности гемодинамики при мышечной деятельности у практически здоровых мальчиков и девочек 9-10, 11-12 и 13-14 лет, учащихся школ г. Москвы. Испытуемые выполняли работу умеренной мощности на велоэргометре. У детей регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС). Ударный объем крови (УОК) и минутный объем крови (МОК) определяли методом тетраполярной реоплетизмографии по Kubicek W.G.

Выявлено, что в период от 9-10 до 13-14 лет физическая работоспособность при нагрузках аэробного характера существенно изменяется с возрастом и по мере полового созревания. Она значительно возрастает от 9-10 к 11-12 годам, и далее достоверно увеличивается у мальчиков по сравнению с девочками. Функциональные перестройки центральной гемодинамики в процессе полового созревания происходят у детей неравномерно и разными темпами. На исследуемом отрезке онтогенеза выявлены принципиальные различия в возрастной динамике изменения УО и МОК у мальчиков и девочек. Такие различия в работоспособности и показателях центрального кровообращения у них в пубертатный период определяются разными темпами полового созревания и особенностями формирования у них аэробных механизмов мышечной деятельности.

**Ключевые слова:** центральная гемодинамика, физическая нагрузка, дети.

**Functional changes of central hemodynamics in children during sexual maturation.** The paper presents the study of peculiarities of muscles hemodynamics in healthy boys and girls aged 9-10, 11-12 and 13-14 y.o., studying in Moscow schools. The subjects performed cycle ergometer test. Stroke volume and minute volume of blood circulation were measured with the help of W.G.Kubicek's plethysmography.

It was revealed that during the period from 9-10 to 13-14 years old physical aerobic performance changes significantly with age, and during puberty. It increases significantly from 9-10 to 11-12 years, and then increases in boys in comparison with girls. The functional reorganization of central hemodynamics during puberty in children occurs unevenly. Within the studied age period, fundamental age differences in the stroke volume and minute volume of blood circulation in boys and girls are revealed. Such differences result from different speed of sexual maturation and specific formation of aerobic muscle activity.

**Key words:** central hemodynamics, physical work, children.

---

<sup>1</sup> Контакты: Васильева Р.М. – E-mail: <W.rm@yandex.ru>

В настоящее время многие вопросы, касающиеся особенностей гемодинамики у детей и подростков, находящихся на разных этапах полового созревания, остаются недостаточно изученными. Функциональные перестройки центральной гемодинамики, которые происходят у детей в процессе пубертата, наиболее отчетливо можно выявить, изучая адаптацию системы кровообращения к физическим нагрузкам.

В литературе показано, что механизмы обеспечения адекватного нагрузке МОК имеют свои возрастные особенности, а качество адаптации вегетативных функций к работе зависит как от возраста, так и от стадии полового созревания ребенка. Формирование сердечного выброса, соответствующего уровню нагрузки, в различных возрастных группах определяется, в первую очередь, функциональными возможностями сердца увеличивать УО [12; 27].

При выполнении нагрузки по мере ее увеличения УО возрастает вплоть до достижения некоторых максимальных значений, которые определяются характером работы и индивидуальными особенностями испытуемого [1; 3; 4; 16]. У детей при нагрузках небольшой мощности наблюдается отчетливое повышение УО. При дальнейшем повышении мощности нагрузки это увеличение не столь существенно [27]. В то же время в литературе сообщается о фактах снижения УО у детей и подростков в процессе циклической работы. Причина и механизм развития данного феномена до конца не выяснен, его проявление связывают с нарушением диастолического наполнения желудочков сердца при высоком пульсе, превышающем 180 уд/мин. [10; 20] и с развитием процессов утомления, например, при длительной работе [6].

У детей и подростков МОК увеличивается при напряженной мышечной работе в меньшей степени, чем у взрослых. Невозможность значительного увеличения МОК у детей чаще всего объясняют тем, что УО у них еще не достигает величин взрослого человека из-за меньших размеров сердца и мощности сердечной мышцы. Более низкие значения УО у детей частично компенсируются более высокой сердечной частотой, а также значительно более высокой артерио-венозной разницей  $O_2$ .

На этапе полового созревания в период от 10 до 13 лет изменения хронотропной реакции сердца на нагрузку у детей менее выражены, зато происходит значительное нарастание рабочих величин ударного выброса, и роль УО в поддержании МОК увеличивается по сравнению с долей ЧСС. При этом анатомический рост миокарда и изменение его морфофункциональных параметров, которые создают условия для увеличения сократительной и насосной функции и возрастания сердечного выброса, с возрастом и по мере полового созревания происходят неравномерно, скачкообразно [26; 27].

Некоторые авторы, подробно проанализировав данные, касающиеся изменений гемодинамики у детей пубертатного возраста при физических нагрузках, имеющиеся на сегодняшний день в литературе, нашли в этих исследованиях ряд существенных недостатков. Один из главных недостатков, по их мнению, заключается в том, что в большинстве работ не уделено достаточного внимания раскрытию механизмов, лежащих в основе различий между детьми разного возраста, а также между взрослыми и детьми [7; 8; 9].

Задачей настоящего исследования было исследовать особенности гемодинамики при мышечной деятельности у детей на начальных этапах пубертатного периода и изучить функциональные перестройки центральной гемодинамики у них в процессе полового созревания.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследования были проведены на мальчиках и девочках 9-10, 11-12 и 13-14 лет, учащихся школ г. Москвы. Дети были практически здоровы и имели физическое развитие в соответствии с возрастными нормами. В ходе лабораторного эксперимента испытуемые выполняли работу умеренной мощности на велоэргометре. Нагрузка составляла 50 % от максимальной, которую подбирали индивидуально для каждого ребенка. Дети работали до отказа. За отказ принимали состояние, когда испытуемый не мог удерживать заданную частоту педалирования, снижал темп движений или отказывался от работы.

При работе учитывали субъективное самочувствие ребенка, и объективные показатели его функционального состояния. До работы, во время и после выполнения нагрузки регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС). УО и МОК определяли методом тетраполярной реоплетизмографии по Kubicek W.G., который является одним из немногих современных способов, позволяющих регистрировать изменения гемодинамики непосредственно во время двигательной активности и выявлять важные закономерности работы сердца у детей и подростков [2; 5].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Физическая работоспособность является универсальным индикатором функционального состояния организма ребенка. Изменения в любой из систем организма отражаются на величине этого показателя. В период пубертата рост и развитие различных органов, формирование соматических и вегетативных функций у детей протекает асинхронно, скачкообразно, что сказывается как на его физической работоспособности, так и на характере вегетативных реакций на нагрузку [15; 18; 25; 27].

В настоящем исследовании мы подробно рассмотрели и проанализировали особенности гемодинамики и показатели физической работоспособности при выполнении длительных аэробных нагрузок у мальчиков и девочек пубертатного возраста 9-10 – 13-14 лет (в период полового созревания).

В 9-10 лет мальчики и девочки при нагрузке умеренной мощности проявляли одинаковую работоспособность. В этом возрасте ее показатели – величина абсолютной и относительной (величина нагрузки в пересчете на кг массы тела ребенка) нагрузки и время работы до отказа – по своим значениям у мальчиков и девочек различались мало (табл. 1).

Таблица 1

## Показатели работоспособности у детей 9-14 лет при нагрузках умеренной интенсивности

Пол	Возраст	Масса тела (кг)		Нагрузка (Вт)		Относительная мощность нагрузки (Вт/кг)		Время работы (мин)	
		М	$\pm m$	М	$\pm m$	М	$\pm m$	М	$\pm m$
Мальчики	9-10 лет	33,6	0,68	43,1	1,13	1,29	0,09	27,88	1,02
	11-12 лет	37,9	1,04	50,5	0,63	1,34	0,07	*48,67	1,88
	13-14 лет	47,2	1,39	63,6	0,54	*1,38	0,04	*67,50	2,49
Девочки	9-10 лет	31,3	1,15	42,4	0,06	1,36	0,06	27,86	2,67
	11-12 лет	37,4	1,91	49,7	0,02	1,30	0,06	*41,40	1,45
	13-14 лет	51,9	1,60	62,8	0,04	*1,21	0,04	*49,90	2,87

\* – отмечены достоверные отличия соответствующих показателей у мальчиков и девочек одного и того же возраста ( $p < 0,05$ ).

Половые отличия в работоспособности начинают проявляться в 11-12 лет. Величина относительной нагрузки у мальчиков к 11-12 годам возрастает, а у девочек, напротив, становится несколько ниже по сравнению с детьми 9-10 лет (рис. 1, 2). При этом в абсолютных значениях нагрузка у мальчиков и девочек 11-12 лет не различалась.

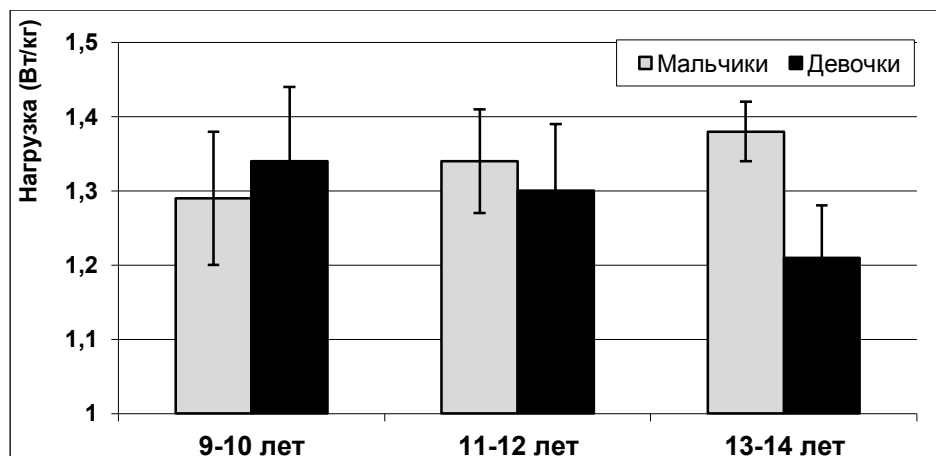


Рис. 1. Величина относительной нагрузки у детей 9-14 лет при работе умеренной интенсивности.

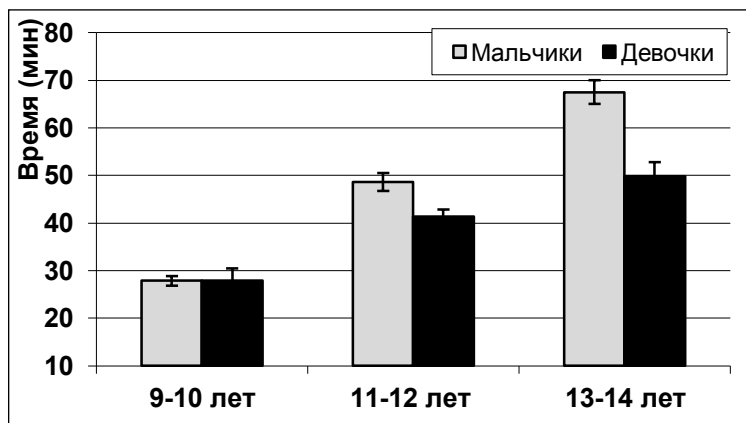
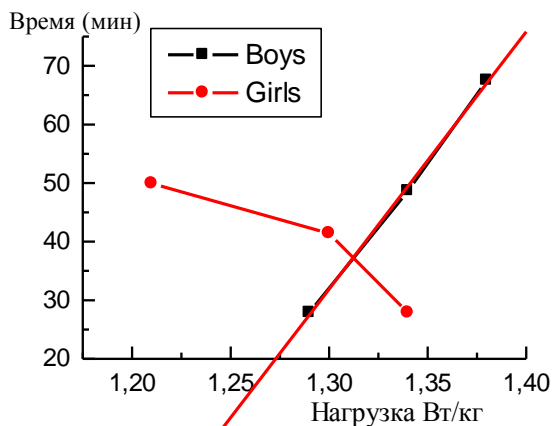


Рис. 2. Время работы у детей 9-14 лет при нагрузке умеренной интенсивности.

На этапе от 9-10 до 11-12 лет у мальчиков наблюдается значимый прирост работоспособности. Время работы у них от 9-10 к 11-12 годам увеличивается с  $27,9 \pm 1,02$  до  $48,8 \pm 1,88$  мин. т.е. возрастает на 74,6%. Этот прирост обусловлен высоким уровнем развития у мальчиков в этот возрастной период аэробных механизмов энергообеспечения [19, 23, 24]. У девочек за тот же период работоспособность увеличивается в меньшей степени – на 48,6%. Они могут работать при такой нагрузке  $41,4 \pm 1,45$  мин. ( $p < 0,01$ ).

Наиболее существенные половые различия в работоспособности при нагрузке 50% интенсивности выявлены у мальчиков и девочек в возрасте 13-14 лет. От 11-12 к 13-14 годам величина относительной нагрузки у мальчиков продолжает увеличиваться, у девочек же она снижается. У мальчиков в этот период также растет способность более длительно удерживать нагрузку по сравнению с младшими мальчиками и с девочками 13-14 лет. Время работы до отказа у мальчиков в 13-14 лет составляет  $67,5 \pm 2,49$  мин. У девочек от 11-12 к 13-14 годам прирост этого показателя замедляется. Они могут работать до отказа всего  $49,9 \pm 2,87$  мин. В результате, в 13-14 лет такие показатели работоспособности, как величина относительной нагрузки, рассчитанной на кг массы тела ребенка, и время работы, у мальчиков оказались достоверно выше, чем у девочек. Замедление прироста работоспособности у девочек в этот период, по-видимому, обусловлено бурной гормональной перестройкой в организме, которая происходит у них в этот период [17].

Таким образом, в рассматриваемый возрастной период наблюдается принципиально разная динамика работоспособности у мальчиков и девочек, и ее изменения имеют у них разнонаправленный характер.



Linear Regression for Data1\_Boys:  $Y = A + B * X$

A -539,1 – 20,86; B 439,2 – 15,6

R = 0,999; SD = 0,99, N = 3; P = 0,02

*Рис. 3. Зависимость предельного времени работы от мощности выполняемой нагрузки у мальчиков и девочек 9-14 лет.*

Если рассмотреть зависимость времени работы от величины нагрузки у детей на выбранном отрезке онтогенеза то окажется, что у мальчиков по мере увеличения с возрастом относительной нагрузки растет и время ее удержания. Зависимость этих показателей носит у мальчиков почти линейный характер и хорошо описывается уравнением линейной функции (рис. 3).

У девочек величина относительной нагрузки с возрастом уменьшается, и прирост работоспособности к 13-14 годам замедляется. Соотношение двух этих величин описывается более сложным уравнением, чем у мальчиков. Зависимость этих показателей у девочек представляет собой убывающую функцию, а кривая, иллюстрирующая соотношение двух этих величин, имеет противоположную направленность по отношению к графику, представляющему аналогичную зависимость у мальчиков.

Итак, в 9-10 лет работоспособность у мальчиков и девочек мало различалась по всем показателям. Различия между ними начинают проявляться по мере полового созревания в 11-12 лет. В 13-14 лет они выражены более отчетливо как по времени работы (мальчики работали почти на 30% дольше, чем девочки), так и по величине нагрузки. Это обусловлено различными темпами полового созревания у мальчиков и девочек в данный возрастной период. По нашим данным, мальчики в 11-12 лет находились на I-II СПС, в 13-14 – на II-III СПС. Девочки, соответственно, на II-III и на IV-V СПС, как и положено, согласно литературным данным [17].

При этом у девочек четко прослеживается взаимосвязь темпов прироста работоспособности и стадии полового созревания (СПС). Так, у девочек от I ко II СПС

работоспособность увеличивается, затем остается на том же уровне у девочек III СПС, после чего на IV-V СПС темпы прироста работоспособности снижаются [17, 28, 29].

Работа в зоне умеренной мощности проходит в аэробном режиме и совершается в условиях истинно устойчивого состояния. Известно, что при таких нагрузках сердечно-сосудистая система вносит основной вклад в процесс поддержания работоспособности. Фактором, также в значительной степени определяющим работоспособность человека в зоне умеренной мощности, является качество вегетативной регуляции и взаимодействие физиологических функций [18, 24]. Именно на примере этой нагрузки наиболее отчетливо видно, как с возрастом и по мере полового созревания происходят функциональные перестройки центральной гемодинамики.

Обозначим сначала общие закономерности изменений показателей кровообращения при нагрузке умеренной мощности, которые характерны как для мальчиков, так и для девочек. При выполнении такой нагрузки у детей весь период работы наблюдалось относительно стабильное состояние гемодинамики, которое, в зависимости от пола и возраста, длилось от 30 до 60 мин (табл. 2-4, рис. 5). Незначительные колебания показателей отмечались на этапе вхождения в работу и отражали постепенную перестройку различных функций организма в период вращивания [16, 25].

Таблица 2

*Изменение частоты сердечных сокращений (ЧСС) у детей 9-14 лет при нагрузке умеренной мощности*

Время (мин.)	ЧСС (уд./м) мальчики						ЧСС (уд./м) девочки						
	9-10 лет, n=11		11-12 лет, n=15		13-14 лет, n=16		9-10 лет, n=11		11-12 лет, n=22		13-14 лет, n=12		
	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	
<b>До работы</b>	<b>83,1</b>	3,4	<b>83,1</b>	1,7	<b>79,6</b>	3,2	<b>90,1</b>	3,1	<b>87,1</b>	2,1	<b>85,4</b>	3,1	
<b>Работа</b>	<b>1</b>	126,5	4,5	<b>122,4</b>	1,9	<b>127,1</b>	2,8	<b>131,1</b>	3,4	<b>132,9*</b>	2,1	<b>129,1</b>	3,0
	<b>3</b>	122,8	4,3	<b>124,9</b>	2,2	<b>132,3</b>	3,2	<b>132,2</b>	4,4	<b>136,1*</b>	2,5	<b>134,9</b>	3,7
	<b>5</b>	123,6	6,5	<b>124,5</b>	2,2	<b>132,4</b>	3,2	<b>134,8</b>	4,0	<b>138,2*</b>	2,3	<b>138,1</b>	4,0
	<b>10</b>	126,5	5,5	<b>129,5</b>	2,3	<b>133,8</b>	2,8	<b>138,6</b>	2,3	<b>138,9*</b>	2,1	<b>135,8</b>	3,4
	<b>20</b>	123,4	7,0	<b>125,7</b>	2,3	<b>129,6</b>	2,0	<b>137,5</b>	1,9	<b>138,5*</b>	2,5	<b>132,6</b>	3,6
	<b>30</b>	126,6	6,4	<b>127,9</b>	2,5	<b>126,8</b>	2,2	<b>134,8</b>	3,4	<b>136,2*</b>	2,4	<b>131,6</b>	3,7
	<b>40</b>			<b>125,3</b>	2,4	<b>125,4</b>	2,5			<b>135,8*</b>	2,3	<b>130,1</b>	4,1
	<b>50</b>			<b>127,0</b>	2,6	<b>126,3</b>	2,7					<b>130,1</b>	3,9
					<b>126,3</b>	1,3							
<b>Отказ</b>	<b>128,0</b>	5,6	<b>127,6</b>	2,6	<b>126,2</b>	2,6	<b>136,1</b>	2,8	<b>135,2*</b>	1,9	<b>133,0</b>	3,9	
<b>Восстано-</b>	<b>0,05</b>	117,5	6,6	<b>116,5</b>	3,2	<b>119,1</b>	2,8	<b>129,6</b>	4,2	<b>129,7*</b>	2,6	<b>125,3</b>	4,5
	<b>1</b>	94,7	5,0	<b>88,1</b>	2,8	<b>92,7</b>	2,8	<b>105,9</b>	4,7	<b>101,3*</b>	3,4	<b>96,9</b>	5,1
	<b>3</b>	92,8	4,4	<b>86,0</b>	2,6	<b>88,8</b>	2,8	<b>105,3</b>	5,2	<b>98,7*</b>	2,5	<b>94,1</b>	3,9
	<b>5</b>	90,9	4,3	<b>86,5</b>	2,9	<b>83,2</b>	2,7	<b>101,4</b>	3,3	<b>97,9*</b>	2,3	<b>87,7</b>	4,5
	<b>10</b>	83,8	2,6	<b>86,4</b>	2,4	<b>82,9</b>	3,2	<b>103,8</b>	2,2	<b>95,6*</b>	2,3	<b>88,1</b>	3,9

\* – отмечены достоверные отличия соответствующих показателей у мальчиков и девочек одного и того же возраста ( $p < 0,05$ ).

Как показали сравнения с литературными данными и нашими предыдущими исследованиями, УО при рассматриваемой нагрузке при относительно невысоких значениях пульса у всех детей практически достигал своего индивидуального максимума [12; 13; 14]. Ни у девочек, ни у мальчиков обследованного возраста не зафиксировано сколько-нибудь значимого снижения УО к моменту отказа от работы. Весь период работы у всех детей МОК, отвечающий запросам организма при выполнении нагрузки, поддерживался наиболее целесообразным образом – за счет максимального увеличения УО при относительно невысоких значениях ЧСС.

Однако, рассматривая изменение каждого из исследованных показателей отдельно в каждой возрастной группе, можно выявить существенные различия в динамике этих параметров у мальчиков и девочек в период от 9-10 до 13-14 лет.

Прежде всего, отметим, что в покое перед работой в любой из возрастных групп девочки имели несколько более высокую ЧСС по сравнению с мальчиками. Как и положено, согласно литературным данным, и у мальчиков, и у девочек ЧСС в покое снижалась с возрастом (табл. 2, рис. 4). Значения ЧСС, регистрируемые при работе в период стационарного состояния, у детей одного и того же пола незначительно менялись от возраста к возрасту. Так, у мальчиков 9-14 лет независимо от возраста ЧСС весь период работы находилась в пределах 125,3-133,8 уд/мин. (табл. 2). В частности, например, на 30 мин. работы ее значения составляли 126,63-127,93 уд/мин. (рис. 4). У девочек ЧСС при работе была несколько выше, чем у мальчиков – 131,6-138,9 уд/мин., и на 30 мин. работы ее значения составляли 130,13-135,79 уд/мин. В 11-12 лет различия рабочих величин ЧСС у мальчиков и девочек были статистически достоверны весь период работы ( $p < 0,05-0,01$ ) (табл. 2, рис. 4).

Величина УО в покое у мальчиков и девочек в 9-10 лет существенно не различалась: у мальчиков его значения составляли  $42,62 \pm 2,05$  мл, у девочек –  $43,4 \pm 3,05$  мл. Прирост УО при работе по сравнению с покоем у мальчиков был меньше, чем у девочек: он составлял в среднем у мальчиков 21,6 %, а у девочек – 40,2 %. В результате в 9-10 лет весь период работы УО был выше у девочек, чем у мальчиков (на 5 и 10 минутах работы эти различия оказались статистически достоверны,  $p < 0,05$ ) (табл. 3, рис. 5).

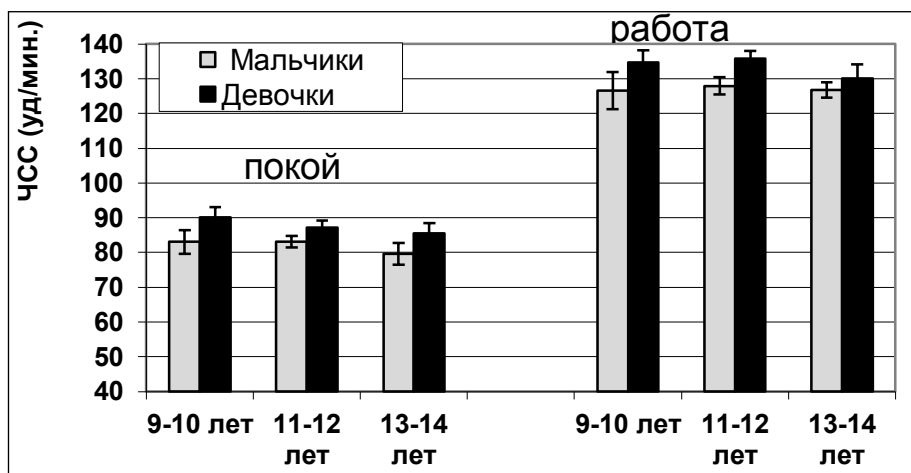


Рис. 4. Значения частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое и в период устойчивого состояния (на 30 мин. работы) при нагрузке умеренной мощности у детей 9-14 лет.



К 11-12 годам у мальчиков УО в покое значимо увеличивается по сравнению с мальчиками 9-10 лет, и равняется  $53,77 \pm 2,36$  мл. У девочек в 11-12 лет УО составляет  $48,52 \pm 2$  мл, то есть у девочек в возрастной период от 9-10 до 11-12 лет прирост УО в покое менее выражен, чем у мальчиков. Во время работы значения УО у мальчиков в 11-12 лет также были несколько выше, чем у девочек: так, максимальные значения при работе у мальчиков составляли  $77,05 \pm 4,5$ , у девочек –  $71,42 \pm 2,7$  мл (табл. 3, рис. 5).

От 11-12 к 13-14 годам УО в покое значительно увеличивается как у мальчиков, так и у девочек. При этом его прирост в этот возрастной период у девочек был более выражен, чем у мальчиков. Величина УО в покое составляла у девочек 13-14 лет  $69,3 \pm 1,48$  мл, у мальчиков –  $61,76 \pm 2,73$  мл ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3

*Изменение ударного объема (УО) у детей 9-14 лет при нагрузке умеренной мощности*

		УО (мл) мальчики						УО (мл) девочки					
Время (мин.)		9-10 лет, n=11		11-12 лет, n=15		13-14 лет, n=16		9-10 лет, n=11		11-12 лет, n=22		13-14 лет, n=12	
		М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
До работы		<b>42,62</b>	2,05	<b>53,77</b>	2,36	<b>61,76*</b>	2,73	43,4	3,05	48,52	2,14	69,3	1,48
	1	<b>51,22</b>	3,55	<b>72,67</b>	3,26	<b>84,89*</b>	3,80	60,4	3,64	70,3	3,01	104,03	2,28
	3	<b>51,18</b>	2,46	<b>75,85</b>	4,49	<b>87,06*</b>	*,45	59,5	3,53	69,1	2,83	102,59	3,01
	5	<b>52,17</b>	3,29	<b>74,18</b>	4,47	<b>87,64*</b>	3,27	62,4*	3,18	69,7	2,74	106,18	2,16
	10	<b>51,11</b>	3,27	<b>76,76</b>	4,89	<b>92,52*</b>	3,80	60,6*	3,44	69,5	2,76	104,60	2,72
	20	<b>52,86</b>	3,35	<b>77,05</b>	4,50	<b>90,68</b>	3,65	60,9	3,74	70,6	2,71	108,10	2,22
	30	<b>52,31</b>	3,16	<b>76,86</b>	4,87	<b>90,13*</b>	4,47	61,3	3,67	69,4	2,70	105,8	2,83
	40			<b>75,53</b>	4,15	<b>91,40*</b>	3,77			71,42	2,74	103,59	3,04
	50			<b>72,84</b>	2,75	<b>91,85*</b>	3,32					104,1	2,67
	60					<b>97,04*</b>	3,61						
Отказ		<b>53,80</b>	4,20	<b>76,79</b>	4,69	<b>94,00*</b>	4,06	61,9	3,87	72	3,22*	104,57	2,38
Восстановление	0,05	<b>51,50</b>	3,36	<b>74,32</b>	4,48	<b>96,89</b>	4,18	58,78	4,48	68,9	2,94	98,86	2,28
	1	<b>50,56</b>	3,21	<b>70,12</b>	4,59	<b>86,02</b>	4,02	53,19	4,15	63,67	2,25	94,42	3,18
	3	<b>44,05</b>	2,82	<b>61,07</b>	2,92	<b>75,36</b>	2,52	46,25	3,32	58,86	2,45	75,85	3,60
	5	<b>43,49</b>	3,06	<b>60,13</b>	3,42	<b>72,93</b>	3,24	45,61	4,28	57,88	2,35	77,61	3,96
	10	<b>41,84</b>	3,08	<b>60,36</b>	4,32	<b>72,16</b>	2,60	50,23	3,25	55,57	2,48	80,70	3,46

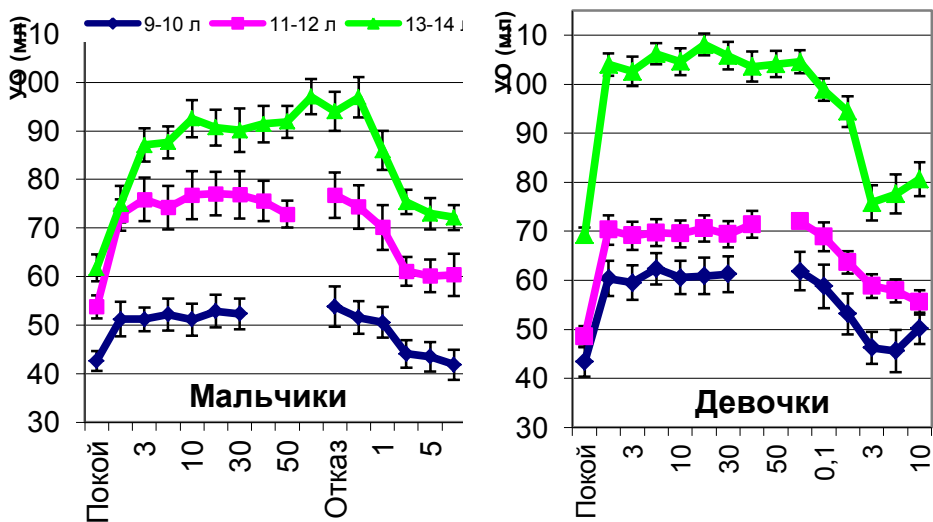


Рис. 5. Изменение ударного объема (УО) у детей 9-14 лет при нагрузке умеренной мощности.

У девочек при работе УО возрастает по сравнению с покоем немного больше, чем у мальчиков. У мальчиков УО увеличивается при нагрузке в среднем на 47,9%, а у девочек – на 51,3%. В результате оказалось, что в 13-14 лет, как в покое, так и весь период работы УО у девочек был значительно выше, чем у мальчиков того же возраста, а также, конечно, выше, чем у девочек 9-10 и 11-12 лет ( $p < 0,05-0,01$ ). Таким образом, к 13-14 годам наибольшее повышение сердечной производительности наблюдалось у девочек. Как указывают литературные данные, это обусловлено значительным увеличением массы миокарда и толщины стенки левого желудочка, достоверным увеличением конечно-диастолического размера и объема полости левого желудочка, которое отмечается у девочек в период интенсивного полового созревания [26].

Как показывают наши данные, хронотропная реакция сердца при исследуемой нагрузке мало изменяется с возрастом и у девочек, и у мальчиков [11, 13]. В то же время, у тех и у других от 9-10 до 13-14 лет происходит значительное повышение величины УО при работе. То есть у детей в период пубертата от 9-10 до 13-14 лет изменения УО в покое и при работе были более выражены, чем изменения ЧСС.

Вследствие этого сердечный выброс менялся у детей от возраста к возрасту почти с той же закономерностью, что и УО. В 9-10 лет значения МОК при работе были выше у девочек, чем у мальчиков ( $p < 0,05$ ). К 11-12 годам МОК в большей степени увеличивался у мальчиков по сравнению с девочками, однако различия величин МОК у них были статистически недостоверны. К 13-14 годам сердечный выброс у девочек значительно превосходил уровень этого показателя у мальчиков, как до, так и во время работы (табл. 4, рис. 6).

Таблица 4

Изменение минутного объема крови (МОК) у детей 9-14 лет при нагрузке умеренной мощности

		МОК (мл/мин.) мальчики						МОК (мл/мин.) девочки					
Время (мин.)		9-10 лет, n=11		11-12 лет, n=15		13-14 лет, n=16		9-10 лет, n=11		11-12 лет, n=22		13-14 лет, n=12	
		М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
До	работы	<b>3,50</b>	0,12	<b>4,46</b>	0,20	<b>4,88</b>	0,25	3,97	*0,40	4,4	0,24	5,85	*0,21
Работа	1	<b>6,41</b>	0,35	<b>8,85</b>	0,40	<b>10,84</b>	0,59	7,91	*0,53	9,36	0,39	13,35	*0,25
	3	<b>6,27</b>	0,33	<b>9,45</b>	0,54	<b>11,53</b>	0,52	7,74	*0,53	9,43	0,37	13,79	*0,41
	5	<b>6,42</b>	0,48	<b>9,19</b>	0,52	<b>11,62</b>	0,51	8,44	*0,45	9,51	0,38	14,71	*0,61
	10	<b>6,40</b>	0,36	<b>9,87</b>	0,58	<b>12,45</b>	0,58	8,43	*0,54	9,52	0,40	14,18	*0,45
	20	<b>6,43</b>	0,36	<b>9,65</b>	0,55	<b>11,74</b>	0,49	8,39	*0,52	9,76	0,39	14,28	*0,29
	30	<b>6,56</b>	0,39	<b>9,81</b>	0,62	<b>11,44</b>	0,58	8,27	*0,55	9,51	0,36	13,94	*0,46
	40			<b>9,78</b>	0,53	<b>11,66</b>	0,41			9,63	0,32	13,51	*0,51
	50			<b>9,16</b>	0,33	<b>11,53</b>	0,48					13,72	*0,48
	60					<b>11,61</b>	0,38						
	Отказ	<b>6,83</b>	0,52	<b>9,81</b>	0,63	<b>11,86</b>	0,60	8,36	*0,49	9,67	0,41	13,92	*0,54
Восстановление	<b>0,05</b>	<b>5,94</b>	0,29	<b>8,66</b>	0,57	<b>11,57</b>	0,62	7,58	*0,51	8,88	0,39	12,32	0,34
	1	<b>4,74</b>	0,32	<b>6,17</b>	0,42	<b>8,12</b>	0,52	5,56	0,47	6,39	0,23	9,08	0,31
	3	<b>4,02</b>	0,18	<b>5,27</b>	0,32	<b>6,71</b>	0,34	4,82	0,42	5,78	0,25	7,13	0,42
	5	<b>3,89</b>	0,22	<b>5,21</b>	0,35	<b>6,03</b>	0,29	4,65	0,40	5,64	0,24	6,73	0,36
	10	<b>3,48</b>	0,25	<b>5,27</b>	0,47	<b>5,90</b>	0,29	5,22	*0,48	5,28	0,23	7,08	*0,39

Наши данные также свидетельствует о совершенствовании в период пуберта-та механизмов, лежащих в основе увеличения МОК в процессе адаптации к рабо-те. Доля УО в увеличении и поддержании МОК при работе возрастала по сравне-нию с ЧСС у детей с возрастом и по мере полового созревания.

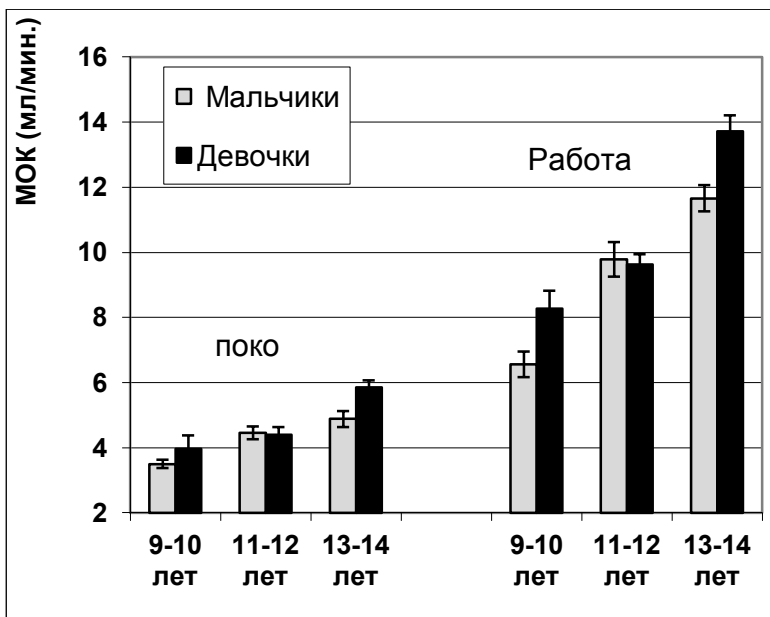


Рис. 6. Величина минутного объема крови в покое и в период устойчивого состояния (на 30 мин. работы) при нагрузке умеренной мощности у детей 9-14 лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что в период от 9-10 до 13-14 лет физическая работоспособность при нагрузках аэробного характера существенно изменяется с возрастом и по мере полового созревания. Установлено, что при работе в зоне умеренной мощности физическая работоспособность у детей в пубертатный период значительно возрастает от 9-10 к 11-12 годам, и далее достоверно увеличивается у мальчиков по сравнению с девочками. Причем на исследуемом отрезке онтогенеза выявлены принципиальные различия в возрастной динамике показателей аэробной работоспособности у мальчиков и девочек.

Изучение реактивности центрального звена системы кровообращения на физическую нагрузку аэробного характера с четко выраженным периодом стационарного состояния показало, что функциональные возможности сердечно-сосудистой системы у детей в период пубертата повышаются. Об этом можно судить по более значимому приросту УО и МОК в работе у старших школьников по сравнению с младшими. Повышение рабочих величин УО и МОК от возраста к возрасту свидетельствует об увеличении насосной и сократительной функции сердца у детей в процессе их роста, развития и по мере полового созревания.

При этом повышение сердечной производительности от возраста к возрасту происходит у мальчиков и девочек неравномерно и разными темпами. Выявлено, что динамика изменения функциональных возможностей ССС и работоспособности у мальчиков и девочек в этот период принципиально различается.

У мальчиков рабочие величины УО и МОК, а также работоспособность увеличивались от возраста к возрасту более равномерно по сравнению с девочками. От 9-10 к 11-12 годам у мальчиков существенно растет сердечная производительность. В этот же период растет и работоспособность. К 13-14 годам темпы прироста УО и МОК у них снижаются, снижется и прирост работоспособности. Таким образом, периоды роста показателей сердечно-сосудистой системы и периоды повышения работоспособности у мальчиков по времени и темпам в значительной мере совпадают между собой.

У девочек мы наблюдаем принципиально отличную картину. У них повышение сердечной производительности от возраста к возрасту происходит неравномерно, и периоды роста показателей сердечно-сосудистой системы и периоды повышения работоспособности между собой не совпадают.

Незначительный прирост рабочих величин УО и МОК наблюдался у девочек от 9-10 к 11-12 годам. При этом значительно увеличивается продолжительность работы умеренной интенсивности. Наибольшее увеличение УО и МОК в работе отмечалось у девочек 13-14 лет. При этом у них наблюдается достоверное снижение темпов прироста работоспособности по сравнению с девочками более ранних стадий полового созревания.

Таким образом, оказалось, что значительный прирост УО и МОК при работе у школьников к 13-14 годам не привел, как можно было бы предполагать, к значительному повышению их работоспособности, хотя высокая производительность системы кровообращения свидетельствует о том, что центральный отдел ССС обладает в этом возрасте достаточным функциональным резервом для поддержания длительной работы и в состоянии обеспечить потребности организма при нагрузках аэробного энергообеспечения.

Сопоставляя собственные и литературные данные можно прийти к заключению, что работоспособность детей при такой нагрузке зависит не только от функциональных возможностей аппарата центрального кровообращения, но и в значительной мере определяется развитием энергетики их скелетных мышц в этот период. Это еще раз подчеркивает ведущую роль метаболизма мышц в регуляции деятельности функциональных систем организма в процессе срочной адаптации к физической нагрузке [19, 24].

Различия в динамике изменений показателей центрального кровообращения и работоспособности у мальчиков и девочек в пубертатный период определяются разными темпами полового созревания и особенностями формирования у них механизмов аэробного энергообеспечения мышечной деятельности [18, 22, 24].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Astrand P.O., Rodahl K. Textbook of work physiology. – New York: McGraw-Hill Co, 1986. – P. 669.
2. Kubicek W.G., The Minnesota impedance cardiograph theory and applications // Biomed. End. – 1974. – V. 9. – P.410;
3. Laughlin M.H. Cardiovascular response to exercise // Adv. Physiol. Educ. – 1999. – V. 22, № 1. – P. 244.

4. Macsween A. The reliability and validity of the Astrand nomogram and linear extrapolation for deriving VO<sub>2</sub>max from submaximal exercise data // *J. Sports Med. and Phys. Fitness.* – 2001. – 41, № 3. – P. 312-317;
5. Pianosi PT. Measurement of exercise cardiac output by thoracic impedance in healthy children // *Eur J Appl Physiol.* – 2004. – Aug; 92(4-5):425-30;
6. Saltin B. et. al, Physiological adaptation to physical conditioning // *Acta Physiol. Scand.* – 1986. – 220, Suppl. № 711. – P. 11-24;
7. Turley K. R., Wilmore J. H. Submaximal Cardiovascular Responses to Exercise in Children: Treadmill Versus Cycle Ergometer // *Pediatric Exercise Science.* – 1997. – № 9. – P. 331-341.
8. Turley KR. Cardiovascular responses to exercise in children. : *Sports Med.* 1997 Oct;24(4):241-57. Erratum in: *Sports Med* 1998 Feb;25(2):130.
9. Turley KR., Wilmore J.H. Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. . *J. Appl. Physiol.* – 1997 –83 (3): 948-957,
10. Абзалов Р.А., Нигматуллина Р.Р. Показатели ударного объема крови у юношей, занимающихся физическими упражнениями динамического и статического характера // *Теория и практика физической культуры.* – 2002. – № 2. – С. 13-14.
11. Ванюшин Ю.С. Показатели кардиореспираторной системы у спортсменов разного возраста // *Физиология человека.* – 1998. – Т. 24. – № 3. – С. 105-108.
12. Ванюшин Ю.С., Ситдииков Ф.Г. Адаптация сердечной деятельности подростков к нагрузке повышающейся мощности // *Физиология человека.* – 2001. – Т. 27. – № 2. – С. 91-97.
13. Васильева Р.М, Букреева Д.П, Сонькин В.Д. Динамика функционального состояния двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы в процессе работы разной интенсивности у девочек 9-14 лет // *Новые исследования.* – 2003. – № 1(4). – С. 208-218.
14. Данько Ю.И., Тихвинский С.Б. Возрастная физиология мышечной деятельности // *Детская спортивная медицина / Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева* – М.: Медицина, 1991. – 560 с.
15. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.
16. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.;
17. Колесов Д.В., Сельверова Н.Б. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания – М.: Педагогика, 1978 – 224 с.
18. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В., и др. Возрастное развитие скелетных мышц и физической работоспособности // *Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты.* – М., 2000. – С. 209.
19. Корниенко И.А. Возрастные изменения энергетического обмена и терморегуляция. – М.: Наука, 1979. – 160 с.
20. Король В.М., Сонькин В.Д. Мышечная работоспособность подростков 13-14 лет // *Физиология человека.* – 1985. – Т. 9. № 6. – С. 907-912.
21. Сонькин В.Д. Физиологическая оценка нагрузки при развитии физических качеств // *Теория и практика физической культуры.* – 1986. – № 3. – С. 35-40.

22. Сонькин В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1990. – 50 с.
23. Сонькин В.Д., Ратушная Л.И. Физиологическая оценка режима физического воспитания школьников // Теория и практика физической культуры. – 1984.
24. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности онтогенезе. – М., 2011. – 368 с.
25. Детская спортивная медицина / Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. – М.: Медицина, 1991. – С. 259-288.
26. Физиология развития ребенка (теоретические и прикладные аспекты) / Под ред. М.М. Безруких и Д.А. Фарбер. – М.: РАО, 2000. – С. 148-150, 217-237.
27. Хрушев С.В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников. – М., 1980. – С. 203-224.
28. Шаханова А.В. Медико-биологическая оценка влияния двигательного режима на характер онтогенетического развития и физическую подготовленность. дисс. ... докт. биол. наук. – М., 1998. – 470 с.
29. Шаханова А.В., Чвань И.И. Медико-биологическая оценка влияния двигательной активности в режиме продленного дня школы на соматическое развитие и физическую подготовленность школьников. – Майкоп: АГПИ ИВП ИУУ; "Адыгя", 1991. – 58 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКГ У ДЕТЕЙ 8-9 ЛЕТ ПРИ РАБОТЕ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Г.Н. Лукьянец, Л.В. Макарова<sup>1</sup>, О.Н. Адамовская  
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии  
Российской академии образования», Россия, Москва

*В ходе исследования изучены возрастные и половые особенности регуляции сердечного ритма школьников 8-9 лет в процессе работы на компьютере. В ответ на компьютерную нагрузку девочки реагируют с большим напряжением вегетативной нервной системы, чем мальчики. Изучение степени напряжения регуляции сердечного ритма позволяет прогнозировать ход адаптационных процессов и обретает значимость в плане профилактики негативных последствий психоэмоционального стресса и утомления при работе на компьютере.*

**Ключевые слова:** *сердечный ритм, девочки, мальчики, 8-9 лет, работа на компьютере.*

**Change of ECG parameters in 8-9-year-old children when working on the computer.** *The study examined age and gender characteristics of cardiac rhythm regulation in 8-9-year-old schoolchildren while working on the computer. In response to the task, girls react with a higher tone of autonomic NS in comparison with boys. Studying the level of heart rhythm tension makes impossible to predict adaptive processes. This study is also important for preventing negative consequences of psycho-emotional stress and fatigue resulting from working on the computer.*

**Keywords:** *heart rate, girls, boys, 8-9 years old, working on the computer.*

Сердечный ритм (СР) является довольно чутким показателем характера протекания адаптационных процессов в организме, особенно связанных с умственным или эмоциональным напряжением. Работа на компьютере наряду со статическим, зрительным напряжением, характеризуется и существенным нервно-эмоциональным воздействием на организм человека. Это ведет к нарастанию напряжения в адаптационно-компенсаторных механизмах обеспечения учебной деятельности. В условиях инновационного преобразования новой России при широком внедрении компьютерных технологий в распорядок жизни современного человека происходят изменения в характере адаптации ССС детей. Результаты научных исследований по этому вопросу свидетельствуют о значительной степени невротизации детей школьного возраста. При работе на компьютере также наблюдаются значительные сдвиги в экскреции адреналина, происходит повышение содержания кортизола в слюне [1; 3]. Некоторыми авторами отмечаются явления психической дезадаптации с проявлением таких состояний, как стресс, тревожность, депрессия и т.п. [7; 8].

С.А. Сокотун, В.Г. Подковкин [5] указывают, что ухудшение внимания и уменьшение пульсового давления у эмоционально стабильных детей школьного возраста после работы за компьютером весной и осенью, свидетельствует о нега-

---

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



тивном влиянии на них работы за компьютером. Увеличение частоты пульса весной и систолического давления зимой, т. е. симпатикотоническое преобладание вегетативных реакций у эмоционально неустойчивых школьников, говорит о развитаии у них эмоционального напряжения после работы за компьютером.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В целях исследования был проведен лабораторный и естественный эксперимент. Под наблюдением находились московские школьники 8-9 лет. Проводилась запись биоэлектрических процессов в миокарде в покое сидя и через 10 минут работы на компьютере. Состояние регуляции СР оценивалось у детей 8-9 лет в условиях естественно-гигиенического эксперимента до и после 15-минутной работы на компьютере. Наполняемость каждой возрастно-половой группы составляла не менее 25 человек. Регистрировались статистические показатели вариационного ряда ритмограмм: RRNN, мс - средняя длительность интервалов RR, стандартное отклонение - SDNN, мс, мода, амплитуда моды, вариационный размах, RMSSD, мс - квадратный корень из суммы квадратов разностей величин последовательных интервалов NN; pNN<sub>50</sub>% - процент NN<sub>50</sub> (NN<sub>50</sub> - количество пар последовательных интервалов NN, различающихся более, чем на 50 мс в течение всей записи) от общего количества последовательных пар интервалов, полученное за весь период записи. Также определялись показатели ВСП-анализа: индекса вегетативного равновесия (ИВР), вегетативного показателя ритма (ВПР), индекса напряжения (ИН).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Исследование динамики показателей биоэлектрических процессов в миокарде у детей 8-9 лет не выявило существенных различий величин временных показателей ЭКГ между мальчиками и девочками 8-9 лет, но были выявлены достоверные различия амплитудных показателей ЭКГ. У девочек по сравнению с мальчиками отмечены большие величины амплитуды зубцов Р (в 8 лет), R (в возрасте 8 лет), S и Т (во все возрастные периоды), и меньшие значения амплитуды зубца Q в возрасте 8-9 лет. В 8-летнем возрасте синусовая аритмия и тахикардия встречались реже у мальчиков (8 % и 16 % испытуемых соответственно), чем у девочек (20 % и 28 % испытуемых соответственно). В возрасте 9 лет синусовая аритмия была отмечена у 16 % мальчиков и 8 % девочек, а тахикардия чаще встречалась у девочек (8 % и 24 % испытуемых соответственно).

Такие результаты вполне созвучны данным, полученным другими исследователями. И.К. Жмаков и Ф.Н. Сенько [2] у шестилетних мальчиков и девочек также находят различия в сердечной деятельности. Кроме того, у девочек авторами отмечалась несколько более короткая длительность сердечного цикла и связанное с нею уменьшение фазы акустической диастолы. Продолжительность фазы напряжения у них длиннее за счет значительного увеличения изометрического сокращения, длительность фаз изгнания имеет тенденцию к укорочению. У девочек значительно меньше внутрисистолический показатель и коэффициент внутреннего напряжения, увеличен индекс напряжения (миокарда) и механографический

коэффициент. У девочек 6 лет по сравнению с мальчиками того же возраста частота сердцебиений отличалась на 5 %, а вегетативный показатель сердечного ритма был больше на 36 %.

Исходные показатели среднестатистических параметров СР, приведенных в таблице 1, отражают сходное состояние регуляции СР у мальчиков и девочек. Так, показатель RRNN, отражающий ВРС в целом, и зависящий от влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов АНС, у мальчиков и девочек не сильно различался в начале и в конце занятия на компьютере. То же самое можно сказать и о показателях Мо, ВПП, RMSSD, pNN50. Исходные величины их были близки по значению, и динамика их в процессе работы на компьютере не достигала статистически значимых изменений. Коэффициент вариации был почти тождественен у мальчиков и девочек, но у девочек его увеличение было достоверно значимо ( $p < 0,05$ ). Показатель АМо исходно был несколько выше у девочек (43,4±2,4, против 38,9±1,5 у мальчиков). В динамике работы у мальчиков он не изменился, а у девочек снизился до 37% ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1

*Динамика показателей регуляции СР у детей 8-9 лет  
в процессе работы на компьютере, М±m.*

Показатель	Мальчики		Девочки	
	До работы на компьютере	После работы на компьютере	До работы на компьютере	После работы на компьютере
RRNN,мс	646,6±17,2	644,8±8,9	638,7±12,2	657,9±10,5
RMSSD, мс	523,0±27,6	564,2±34,1	535,2±39,8	615,6±32,8
Vk	8,8±0,7	10,6±0,9	8,5±0,6	10,2±0,6
pNN50%	14,4±1,0	15,6±1,1	14,5±1,3	16,5±1,1
Мо,мс	620,8±8,7	633,3±8,7	634,7±15,2	639,5±17,4
АМо, %	38,9±1,5	38,3±1,2	43,4±2,4	37,0±1,8
ВПП	6,4±0,8	5,7±0,4	6,8±0,6	5,7±0,3
ИН	140,7±25,0	112,8±	164,3±20,2	117,8±15,5

Среднестатистическая величина комплексного показателя регуляции СР - индекса напряжения в начале занятия у мальчиков составлял 140,7±25,0 отн. ед., у девочек 164,3±20,2. К концу работы на компьютере у мальчиков и девочек ИН понижался, но изменения не достигали достоверных величин. Анализ индивидуальных данных показал, что от начала к концу работы на компьютере направленность изменений ИН одинакова. Исходная величина показателя ИН у девочек больше, чем у мальчиков (на 24 отн. ед.). К концу занятий у них больший процент увеличения ИН (29 против 16 % у мальчиков). Это может свидетельствовать о более выраженном симпатическом тоне вегетативной регуляции у девочек в сравнении с мальчиками того же возраста, как в исходном состоянии, так и в ответ на компьютерную нагрузку.

Таблица 2

*Распределение девочек и мальчиков 8-9 лет (в %) по уровню напряжения регуляции ССС в процессе занятий с использованием компьютера*

	Время исследования	Значения ИН, отн.ед.		
		>180	60-180	<60
Мальчики	До работы на компьютере	25,0	50,0	25,0
	После работы на компьютере	15,0	60,0	25,0
Девочки	До работы на компьютере	29,0	58,0	13,0
	После работы на компьютере	37,0	42,0	31,0

Распределение мальчиков и девочек в зависимости от степени отклонения ИН от зоны оптимальных значений размещено в таблице 2. Как видно из таблицы, большинство детей обоего пола имеют значения индекса напряжения в зоне оптимума (60-180 отн.ед.): 50 % мальчиков и 58 % девочек. К концу работы на компьютере процент таких случаев у мальчиков увеличился до 60, у девочек снизился до 42 %. Среди девочек стало больше случаев со значениями ИН более 180 отн.ед. (37 %) и ИН менее 60 отн. ед. (31 %).

Таким образом, мы можем видеть, что работа на компьютере для девочек является более напряженной, чем для мальчиков. Другими авторами, изучавшими влияние работы на компьютере на организм, отмечается связь показателей ССС с показателями обмена. Так, при изучении взаимосвязи характеристик энергообмена и индивидуальных физиологических и психофизиологических особенностей школьников, проявляющейся в процессе работы на компьютере, найдена связь изменений показателей энергообмена с показателями напряженности регуляторных процессов, с вариабельностью ЧСС и индивидуальными характеристиками ритмов ЭЭГ [6]. Авторами делается вывод о том, что возникающий при работе на компьютере стресс обуславливает большое энергетическое напряжение, особенно у индивидуумов, предрасположенных к такому стрессу. Связь параметров энергообмена с длительностью ЭКГ-интервалов и частотой дыхания установлена и другими исследователями при напряженной умственной работе [10; 11] и во время компьютерных игр [12].

Все это подтверждает тот факт, что существуют единые механизмы мобилизации адаптационных ресурсов организма при деятельности, как физической, так и интеллектуальной [4], и это важно учитывать для выявленных нами половых различий в реакции на компьютерную нагрузку. Результаты исследований показали, что предрасположенность к психоэмоциональному стрессу неодинакова у мальчиков и девочек. Изучение степени напряжения регуляции ВНС, СР при работе на компьютере позволяет прогнозировать ход адаптационных процессов и обретает значимость в плане профилактики вредных последствий психоэмоционального стресса, а также возникающего в результате работы на компьютере утомления.

## ВЫВОДЫ

1. У девочек по сравнению с мальчиками отмечены большие величины амплитуды зубцов Р (в 8 лет), R (в 8 лет), S и Т (8-9 лет), и меньшие значения амплитуды зубца Q в возрасте 8-9 лет.

2. Исходная величина показателя ИН у девочек больше, чем у мальчиков (на 24 отн. ед.). К концу занятий у них больший процент увеличения ИН (29 против 16 % у мальчиков), что может свидетельствовать о более выраженном симпатическом тоне вегетативной регуляции у девочек в сравнении с мальчиками того же возраста, как в исходном состоянии, так и в ответ на компьютерную нагрузку.

3. Девочки 8-9 лет с большим напряжением ВНС реагируют на компьютерную нагрузку, чем мальчики, что вероятно связано с большей степенью их эмоциональности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джервецкая И.А., Мишина Н.Ф., Куприй Г.А. Состояние симпатоадреналовой системы детей 6-ти лет, обучающихся с компьютерно-игровым комплексом // Человек, здоровье, физкультура и спорт в изменяющемся мире. – Коломна, 1994. – С. 24.

2. Жмаков И.К., Сенько Ф.Н. Особенности сердечной деятельности у мальчиков и девочек шести лет // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1985. – С. 135-136.

3. Макарова Л.В. Содержание кортизола в слюне детей 6 лет на разных видах занятий в детском саду // Человек, здоровье, физ. культура и спорт в изменяющемся мире. – Коломна, 1998. – С. 27.

4. Мельников И.Е. Гендерные особенности формирования адаптивных реакций у детей 6 и 7 лет // Новые исследования. – 2004. – № 1-2. – С. 268-269.

5. Сокогутун С.А., Подковкин В.Г. Изменения физиологических показателей у школьников с различной эмоциональной устойчивостью в период их работы за компьютером // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 1. – С. 39-44.

6. Умрюхин Е.А., Джебраиллова Т.Д., Коробейникова И.И. Энергообмен у школьников при разной успешности работы на компьютере // Физиология человека. – 1995. – Т. 21. – С. 79-85.

7. Фатхудинова Л.М. Влияние занятий за компьютером на состояние здоровья школьников г. Казани / Л.М. Фатхудинова, А.Г. Долодаренко, Л.Т. Гараева // Казан, мед. журн. – 2005. – № 5. – С. 308-312.

8. Чайка В.Г. Особенности социально-психологической адаптации студентов к обучению в вузе // Инновации в образовании. – 2002. – № 2. – С. 35.

9. Черненко Ю.И., Гуменюк О.И. Гигиенические аспекты изучения влияния мобильных телефонов и персональных компьютеров на здоровье школьников // Гигиена и санитария. – 2009. – № 3. – С. 84-85.

10. Delistraty D.A., Greene W.A., Raver Kowen K. Pulmonary-metabolic responses and fitness level in relation to psychological stress // Psychophysiology. – 1989. – V. 26, № 4, A.Suppl. – P. 21.

11. Delistraty D.A., Greene W.A., Carlbere K.A., Raver Kowen K. Cardiovascular reactivity in type A and B males to mental arithmetic and aerobic exercise at an equivalent oxygen uptake // *Psychophysiology* (Champaign). – 1992. – V. 29, № 3. – P. 564.

12. Turner J.R., Carrol D., Courtney H. Cardiac and metabolic responses to Space Invaders: an Instance of Metabolically – Exaggerated Cardiac Adjustment // *Psychophysiology*. – 1983. – V. 20, № 5. – P. 544

## ВОЗРАСТНЫЕ И ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ 11-12 ЛЕТ Г. МОСКВЫ

Т.М. Параничева<sup>1</sup>, Л.В. Макарова,  
Г.Н. Лукьянец, Г.Н. Лезжова, Е.В. Тюрина, К.В. Орлов  
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии  
Российской академии образования», Россия, Москва

*В ходе исследования изучены возрастные и половые особенности физического развития, соматического и психического здоровья детей 11-12 лет, раскрыта специфика проявления тревожности у подростков, а также установлена взаимосвязь с нарушениями нервно-психического здоровья в данный возрастной период.*

**Ключевые слова:** психическое здоровье школьников, соматическое здоровье, тревожность, школьный возраст.

**AGE AND SEX PECULIARITIES OF HEALTH IN 11-12-YEAR-OLD SCHOOLCHILDREN FROM MOSCOW.** *The study examined age and sex peculiarities of physical development, somatic and mental health in 11-12-year-old children. The study revealed specific manifestations of anxiety in adolescents, as well as connection with mental health problems at this age.*

**Keywords:** schoolchildren mental health, somatic health, anxiety, school age.

Современная экология, включающая целый комплекс факторов, среди которых все большее значение приобретают инновационные процессы, создает особые условия для жизнедеятельности человека и существенным образом отражается на адаптации школьников к процессу обучения. Приобретение нового опыта и знаний, достижение высокого уровня учебно-познавательной деятельности ныне живущим детям стоит серьезных нервно-психических затрат, а иногда существенной потери физического и психического здоровья. В связи с этим необходимость контроля состояния здоровья подрастающего поколения делает научные исследования в этом направлении актуальными и востребованными. Не секрет, что неблагополучие в состоянии здоровья наблюдается у многих детей еще в дошкольном возрасте, но школьный возраст сопровождается особыми изменениями здоровья и физического и нервно-психического. Неслучайно, термин «школьные болезни», появившийся на заре еще прошлого века, теперь стал неотъемлемым спутником многих учеников. Как показали исследования, они возникают два раза чаще в образовательных учреждениях нового типа, чем в школах общеобразовательных. Многочисленные исследования подтверждают негативное влияние различных факторов учебной среды на организм школьников [4; 8; 12; 13 и др.].

В связи со сказанным выше, чрезвычайно важно выявить у детей и подростков отклонения в состоянии физического и психического здоровья на самых ран-

---

<sup>1</sup>Контакты: Параничева Т.М. - E-mail: <t.paranicheva@mail.ru>

них стадиях их развития.

**Задача исследования:** Выявить возрастные и половые особенности состояния здоровья детей 11-12 лет.

С этой целью исследовано 972 ребенка (513 мальчиков и 459 девочек) в возрасте 11-12 лет из образовательных учреждений г. Москвы. Используются следующие методы: антропометрия, анкетирование, интервьюирование; методы математической статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

К 1-й группе здоровья отнесено около 20,0 % детей, 69,4 % 11-летних детей и 68,2 % 12-летних имели 2-ю группу здоровья, 3-ю группу здоровья – соответственно 9,5 % и 10,9 % (рис 1.).

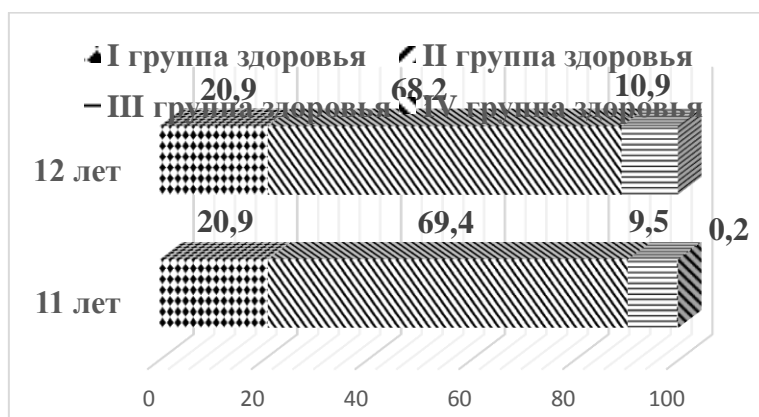


Рис. 1. Распределение детей 11-12 лет по группам здоровья (в %)

Среди 12-летних детей процент имеющих 1-ю группу несколько выше у мальчиков (22,3 %), чем у девочек (19,0 %). Среди 11-летних школьников 3-ю группу здоровья чаще имели мальчики (12,5 % против 6,3 % - различия значимы). Среди 12-летних школьников 3-ю группу здоровья имели 9,1% мальчиков и 13,1 % девочек. На диспансерном учете состояло достоверно больше детей 12 лет - 21,2 % по сравнению с 11-летними детьми (11,4 %). Проведенный анализ данных по кратности заболеваний у каждого ребенка показал, что значительное число - 30,4 % детей 11 лет и 20,9 % детей 12 лет имели в анамнезе 2 заболевания, а соответственно 14,5 % и 6,9 % детей 3 и более заболеваний.

В ранговой структуре заболеваний (рис. 2.) I место занимали болезни ОДА (в основном это плоскостопие и нарушение осанки) – 48,8 % (11 лет) и 35,7 % (12 лет); II место – заболевания ССС (разнообразные нарушения, в том числе малые аномалии развития и аритмии) – 23,3 % (11 лет) и 12,9 % (12 лет); III место разделили две группы – заболевания органов зрения и заболевания органов дыхания и ЛОР-заболевания – соответственно 17,4 % (11 лет) и 12,6 % (12 лет) и 17,9 % (11 лет) и 12,3 % (12 лет).

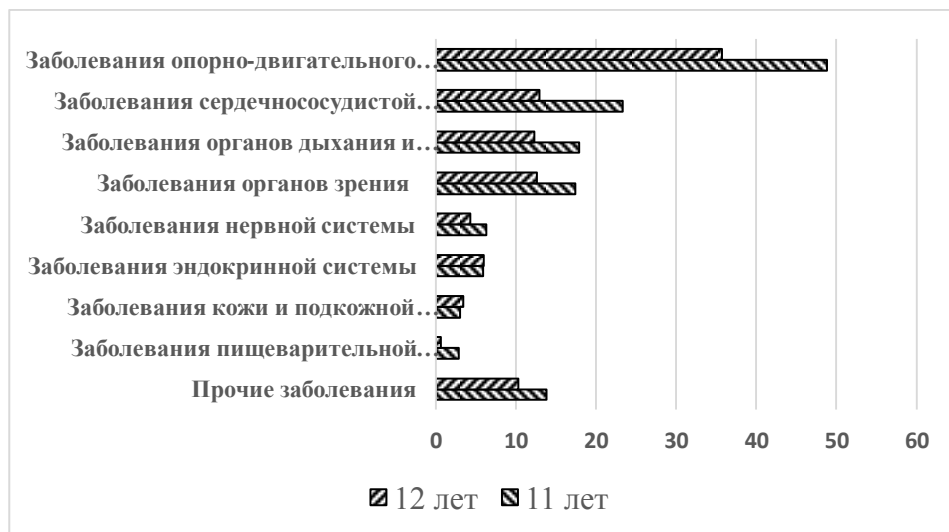


Рис. 2. Количество детей 11-12 лет с патологией определенного класса (в %)

Половые различия незначимы. Коэффициент попарной сочетанности разных видов патологий свидетельствует о том, что заболевания ОДА, ССС, органа зрения, органов дыхания и ЛОР-заболевания сопутствуют друг другу чаще, чем более редкие классы патологии. Более высокий процент нарушений в ССС и ОДА можно объяснить более значительной учебной нагрузкой и связанной с ней нервно-психическим напряжением 11-летних школьников в связи с их переходом на многопредметное обучение. Такая закономерность наблюдалась и другими исследователями [1.6].

Важнейшим критерием здоровья является физическое развитие. Его показатели у детей 11-12 лет близки к таковым Московского региона. Средние показатели длины тела имели соответственно 65,1 % и 65,5 % детей 11 и 12 лет, ниже среднего – 12,4 % и 12,0 %, выше среднего – 13,8 % и 15,8 %. Низкий рост отмечен у 3,4 % 11-летних детей и 3,2 % детей 12 лет, высокий – соответственно у 5,3 % и 3,5 %. Около 73 % детей 11-12 лет имели гармоничное физическое развитие. Дисгармоничность физического развития за счет дефицита массы тела наблюдался чаще среди девочек 11 лет (13,3 % против 8,5 %); избыток массы тела был чаще среди мальчиков в обоих возрастах. В 12 лет достоверно выше процент детей, имеющих избыток массы тела (11,8 %) по сравнению с 11 летними детьми (6,9%). Данные свидетельствуют, что у детей с длиной тела выше нормы относительно редко бывает нормальная для их роста масса тела, – чаще они имеют избыток или, напротив, дефицит массы. Дети же с длиной ниже нормы почти всегда имеют нормальную для их длины массу тела. Избыток массы тела коррелировал с эндокринной патологией.

При оценке состояния здоровья детей и подростков в условиях школы важно уделять особое внимание диагностике тревожных состояний. Высокий уровень



тревожности может способствовать возникновению и развитию психосоматических заболеваний.

Тревожность как психическое свойство имеет ярко выраженную возрастную специфику, обнаруживающуюся в ее содержании, источниках, формах проявления и компенсации. Для каждого возраста существуют определенные области действительности, которые вызывают повышенную тревогу у большинства детей, вне зависимости от реальной угрозы или тревожности как устойчивого образования. Эти «возрастные пики тревожности» детерминированы возрастными задачами развития.

И если у дошкольников тревожность является результатом фрустрации потребности в надежности, защищенности со стороны ближайшего окружения (ведущей потребности этого возраста) и тревожность в этой возрастной группе представляет собой функцию нарушения отношений с близкими взрослыми, то среди детей 11-12 лет таким близким взрослым, помимо родителей, может оказаться учитель. В этом возрасте возрастает, страх самовыражения, переживание социального стресса, страх ситуации проверки знаний, страх не соответствовать ожиданиям окружающих.

Исследование школьной тревожности показало, что каждый пятый ребенок 11-12 лет имеет повышенный и высокий уровни тревожности по большинству факторов. Доля школьников, переживающих социальный стресс, страх не соответствовать ожиданиям окружающих, страх ситуации проверки знаний, страх самовыражения составляет 30 и более процентов. От 11 к 12 годам достоверно увеличивается количество детей, переживающих социальный стресс (эмоциональное состояние, на фоне которого развиваются социальные контакты, прежде всего со сверстниками) на повышенном и высоком уровне с 26,8% до 35,8% (рис. 3).



Рис.3. Количество детей 11-12 лет с повышенным и высоким уровнями тревожности (в %)

Анализ данных выявил некоторые гендерные различия в показателях школьной тревожности (рис. 4).



Рис. 4. Количество мальчиков и девочек 11-12 лет с повышенным и высоким уровнями тревожности (в %).

Доля девочек (11-12 лет) с повышенным и высоким ее уровнем по сравнению с мальчиками выше по таким факторам, как общая тревожность в школе, страх самовыражения, страх ситуации проверки знаний, низкая физиологическая сопротивляемость стрессу. Мальчики чаще испытывают тревогу по таким факторам, как переживание социального стресса и фрустрация потребности в достижении успеха.

Исследование нервно-психического здоровья и социально-психологической адаптации дает представление о наличии у подавляющего большинства детей в возрасте 11-12 лет хотя бы одного признаков обсессивно-фобических расстройств (ОФР), нарушений вегетативной нервной системы, астенических расстройств, церебрастенических нарушений и лишь у 6,5 % нет признаков нарушений нервно-психического здоровья, личностные расстройства наблюдаются у более 20,0 % детей, причем независимо от возраста и пола. У девочек сильнее, чем у мальчиков, выражены нарушения ВНС и обсессивно-фобические расстройства. Возрастные различия не выражены. Психофизиологическая стрессо-неустойчивость выше у девочек, чем у мальчиков ( $p < 0,01$ ). Изучение уровня и характера школьной тревожности, включающей различные аспекты устойчивого школьного эмоционального неблагополучия, показало, что 20 % детей постоянно чувствуют собственную неадекватность, неполноценность, не уверены в правильности своего поведения.

Повышенная тревожность у детей вызывает переутомление, то есть временное снижение работоспособности под влиянием длительного воздействия нагруз-

ки. Энергия расходуется не на учебную деятельность, а на подавление тревожности, вследствие чего истощаются внутренние ресурсы индивида, и если проблема не решается, то это может привести к развитию невротического состояния.

Многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) школьной тревожности, нервно-психического здоровья и социально-психологической адаптации показал: тревожность положительно коррелирует с выраженностью нервно-психических нарушений; психофизиологическая стрессоустойчивость ниже у детей, имеющих те или иные нарушения нервной системы, и у девочек ниже, чем у мальчиков.

Наши данные подтвердили данные других исследователей о снижении возраста появления функциональных нарушений, таких как патология сердечно-сосудистой, эндокринной систем, желудочно-кишечного тракта, опорно-двигательного аппарата [11]. Изменилась ранговая структура заболеваний. Отступили несколько инфекционные заболевания и заболевания ЛОР-органов под напором усиливающейся патологии нервно-психической сферы, сердечно-сосудистых нарушений, заболеваний ОДА. Особенную обеспокоенность вызывает наличие признаков нервно-психических нарушений у большинства обследованных школьников (93,5 %). Каждый пятый ребенок «охвачен» так называемой школьной тревожностью. Дети испытывают эмоциональный дискомфорт из-за трудностей в освоении материала и беспокоятся за свою репутацию в их социальном окружении. Ежедневно суммируясь такая социально инициируемая психическая напряженность приводит и к другим расстройствам здоровья детей.

В настоящее время признается, что многие психические расстройства, наблюдающиеся у взрослых людей, возникают в детском возрасте. Возможно, это связано с тем, что дети наиболее уязвимы к воздействию различных факторов среды в силу анатомо-физиологических особенностей организма.

Как отмечают эксперты ВОЗ, ухудшение условий жизни и снижение стабильности в обществе с переходной экономикой, глубокое их реформирование с ломкой сложившихся социальных стереотипов способствуют формированию чувства неуверенности, прежде всего в такой возрастной группе, как подростки, способствуя росту заболеваемости и ухудшению состояния их здоровья. Эти и другие стрессогенные факторы приводят к тому, что среди подростков значительно возрастает распространенность многих психиатрических проблем, таких как депрессия и суицидальное поведение.

Состояние психического здоровья детей сегодня стало проблемой для многих стран, в том числе и высокоразвитых. В США по данным National Adolescent Health Information Center от 17 до 22 % детей и подростков имеют проблемы развития, поведения и психоэмоциональные расстройства. 7,7 млн. детей и подростков нуждаются в психологической и психиатрической помощи. Примерно два миллиона молодых людей в Европейском регионе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) страдают психическими расстройствами - от депрессии до шизофрении - и многие из них не получают какой-либо помощи или лечения. По результатам некоторых исследований здоровье российских подростков хуже, чем у их сверстников из других стран. Так исследование самооценки здоровья 15-летних подростков показали, что считают себя здоровыми: в Швейцарии 93 %, в Швеции – 72 %, во Франции – 55 %, в Германии – 40 %, в России – всего 28 % подростков [2; 7]. У современных подростков отмечается рост функциональных

нарушений и полисистемность заболеваний: к 15-18 годам их количество патологий у ребенка практически удваивается. В структуре соматических заболеваний преобладают заболевания эндокринной, мочевыделительной, нервной системы, психические расстройства. Ухудшение состояния здоровья детей и подростков повлекло за собой нарастание негативных медико-социальных последствий [3; 9; 10]. В период с1990 по 2011 год среди детей и подростков уровень травматизма вырос в 1,5 раза, болезни костно-мышечной системы отмечались в 4,8 раза чаще, заболевания мочеполовой системы – в 3,9 раза, органов пищеварения – в 2,1 раза, кожи и подкожной клетчатки – в 1,9 раза, количество заболеваний глаза и его придаточного аппарата увеличилось на 28,3 %. При этом уровень заболеваемости инфекционными заболеваниями снизился на 22,6 % [5].

В итоге, можно отметить следующее:

- Приведенные данные свидетельствуют об ухудшении здоровья детей практически по всем показателям.
- Детская тревожность на каждом этапе возрастного развития специфична и связана с решением той или иной возрастной задачи развития.
- В школьном возрасте уровень тревожности в среднем выше у девочек (по сравнению с мальчиками).

Все это еще раз подчеркивает необходимость изучения и контроля показателей состояния здоровья современных детей, особенно проживающих в условиях мегаполисов, регионов с неблагоприятной экологической ситуацией. Такие исследования создают базу для улучшения положения в этой ситуации, для выработки стратегии и программ здоровьесбережения и профилактических мероприятий в отдельных коллективах и системы медицинской реабилитации в мегаполисе в целом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аминов, А.С. Мониторинг состояния здоровья и физического развития подростков 12-15 лет в различных условиях проживания / А.С. Аминов, А.В. Ненашева, Е.В. Задорина, Э.Ф. Баймухаметова // Вестник ЭУРГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2013. – Т. 13, № 4. – С. 48-52.
2. Баклаенко, Н.Г. Современное состояние охраны репродуктивного здоровья подростков / Н. Г. Баклаенко, Л.В. Гаврилова // Гигиена, экология и репродуктивное здоровье подростков. – СПб., 1999. – С. 6-14.
3. Баранов, А.А. Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 432 с.
4. Безруких, М.М. Организация и оценка здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин. – М: ООО «Фирма вариант», 2005. – 584 с.
5. Воронцов, И.М. Пропедевтика детских болезней: учебник для студентов учреждений высш. проф. образования / И.М. Воронцов, А.В. Мазурин. –3-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Фолиант, 2009. – 1008 с.

6. Гончарова, Г.А. Особенности нервно-психических нарушений у младших школьников в динамике обучения / Г.А. Гончарова // Российский педиатрический журнал. – 2009. – № 2. – С. 23-28.

7. Гуркин, Ю. А. Гинекология подростков / Гуркин Ю.А. – СПб., 2000.

8. Журавлева, И.В. Здоровье подростков: социально-гигиенический анализ. – М.: медицина, 2002. – 240 с.

9. Конова, С.Р. Состояние здоровья детей и совершенствование медицинской помощи в условиях первичного звена здравоохранения: автореферат дисс. ... доктора медицинских наук. – М., 2007.

10. Кучма, В.Р. Изменение показателей заболеваемости школьников в процессе завершения общего образования / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт // Материалы I Конгресса Российского общества школьной и университетской медицины и здоровья. – М., 2008. – С. 94-95.

11. Прокопьев, Н.Я. Возрастные особенности физического развития человека (Библиография отечественной литературы). – Том первый. – М.: Изд-во «Висла», 2007. – 110 с.

12. Румянцев, Г.И. Современные проблемы и тенденции формирования здоровья детского населения России / Г.И. Румянцев, Н.И. Прохоров // Гигиена детей и подростков в системе высшей медицинской школы. – М.: Медицина, 2001. – С. 228-229.

13. Шамигулов, Ф.Б. Оценка состояния здоровья школьников при переходе на предметное обучение / Ф.Б. Шамигулов, С.Г. Ахмерова, В.В. Николаева // Клиническая медицина. – 2009. – С. 7-11.

# ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОМ СТРЕССЕ В ПЕРИОД ВТОРОГО ДЕТСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЭРОБНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА

И.А. Криволапчук<sup>1</sup> \*, Г.А. Зайцева \*\*, И.И. Криволапчук \*\*, С.А. Бондарева \*\*,  
А.П. Буслаков \*\*, Р.М. Носова \*\*

\*ФГНУ «Институт возрастной физиологии  
Российской академии образования», Россия, Москва

\*\*Национальный исследовательский  
технологический университет (НИТУ) «МИСиС», Россия, Москва

В работе получены данные о том, что ситуация прагматической неопределенности вызывает у школьников 8-10 лет независимо от уровня развития аэробных возможностей организма, формирование состояния психологического стресса, характеризующееся избыточной мобилизацией систем вегетативного обеспечения деятельности. Вместе с тем установлено, что дети, имеющие высокий уровень развития аэробных возможностей, отличаются повышенным тонусом парасимпатического отдела ВНС в состоянии спокойного бодрствования, а также менее выраженными изменениями ФС как в ситуации прагматической неопределенности, так и при выполнении напряженной информационной нагрузки по сравнению со сверстниками с недостаточной аэробной подготовленностью.

**Ключевые слова:** прагматическая неопределенность, информационная нагрузка, стресс, аэробные возможности, второе детство.

**Functional state of school children under psychological stress during second period of childhood (in accordance with aerobic capabilities).** The study showed that the situation of pragmatic uncertainty in 8-10-year-old schoolchildren, irrespective of their level of aerobic capabilities, causes psychological stress, characterized by excessive mobilization of vegetative system. At the same time it was found out that children with a high level of aerobic capabilities differ from others in a higher parasympathetic tone at rest. They also showed less expressed changes of the functional state in the situation of pragmatic uncertainty and under informational tension, in comparison with peers with insufficient aerobic readiness.

**Key words:** pragmatic uncertainty, informational tension, stress, aerobic capabilities, second childhood.

Проблема профилактики и коррекции неблагоприятных последствий психологического стресса в последнее десятилетие привлекает к себе особое внимание исследователей, работающих в различных областях научного знания [2; 4; 5; 13; 21]. Анализ исследований, посвященных изучению функционального состояния (ФС) школьников, свидетельствует о том, что основное внимание в них уделяется стрессовым воздействиям и их проявлениям, в то время как стратегиям преодол-

---

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

ния стресса и повышения стрессоустойчивости в процессе физического воспитания уделяется явно недостаточно внимания [7; 29; 31]. Вместе с тем в настоящее время рассматриваемая проблема занимает одно из центральных мест в оздоровительной физической культуре, профилактической медицине и физиологии развития. Среди нерешенных аспектов данной проблемы особое место занимает задача анализа взаимосвязей уровня физических кондиций и показателей ФС детей разного возраста при психологическом стрессе [9; 10]. В частности, остается невыясненным вопрос о том, как влияет уровень аэробной работоспособности на ФС детей в период второго детства.

Целью исследования явился анализ изменений ФС детей 8-10 лет в условиях психологического стресса в зависимости от уровня развития аэробных возможностей организма.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие дети 8-10 лет ( $n=147$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Испытуемые были подразделены на группы с высоким ( $n=37$ ), средним ( $n=72$ ) и низким ( $n=39$ ) уровнем развития аэробных возможностей организма. Для этого использовалась сигмальная шкала. Среднему уровню соответствовали значения  $M \pm 0,67\sigma$ , высокому –  $M + 0,67\sigma$  и выше, низкому –  $M - 0,67\sigma$  и ниже. Сравнивались группы детей с высоким и низким уровнем аэробных возможностей.

Деление испытуемых по уровню развития аэробных возможностей осуществлялось на основе использования показателей максимального потребления кислорода (МПК), ватт-пульса (ВтП), мощности нагрузки при ЧСС 170 уд/мин ( $PWC_{170}$ ), а также теста на удержание нагрузки 2 Вт/кг ( $t1$ ). По итогам тестирования определялась интегральная оценка аэробных возможностей, представляющая сумму баллов, полученных по каждому из показателей.

Исследование осуществлялось в следующем порядке: 1) подключение приборов к испытуемым; 2) измерение показателей ФС в условиях спокойного бодрствования; 3) измерение показателей ФС в ситуации прагматической неопределенности; 4) Измерение показателей ФС в условиях информационной нагрузки, выполняемой с максимальной скоростью.

Ситуация прагматической неопределенности [17] моделировалась посредством специальной инструкции. Объективным источником неопределенности являлся дефицит необходимой информации относительно путей и средств преодоления ситуации, а также дефицит времени на распознавание, анализ и оценку информации в состоянии готовности к деятельности до и после введения мобилизационной инструкции, содержащей требование безошибочно выполнять напряженную информационную нагрузку с максимально возможной скоростью [7; 8]. Испытуемые предварительно не были адаптированы к предлагаемой им экспериментальной ситуации.

Информационная нагрузка моделировалась посредством использования буквенных корректурных таблиц. По результатам выполнения тестового задания рассчитывали объём работы (А) и коэффициент продуктивности (Q).

Для оценки степени напряженности регуляторных систем использовали математический анализ сердечного ритма [20]. Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), моду ( $M_0$ ), амплитуду моды ( $AM_0$ ), разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ), среднее квадратическое отклонение (SDNN), стресс-индекс (SI).

Систолическое (СД) и диастолическое (ДД) артериальное давление крови регистрировали в соответствии с рекомендациями ВОЗ. Рассчитывали среднее артериальное давление (САД), двойное произведение (ДП), индекс Мызникова (ИМ) [16].

Для определения уровня ситуативной тревожности (СТ) применяли тест М. Люшера в модификации Л. Собчик [18].

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ. Значимость различий определялась посредством применения параметрических и непараметрических критериев достоверности оценок.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал, что в состоянии спокойного бодрствования у школьников 8-10 лет, характеризующихся высоким уровнем аэробных возможностей организма, по сравнению с их сверстниками с низкой аэробной работоспособностью, отмечаются меньшие значения ЧСС, ДП, ИМ ( $p < 0,05-0,01$ ) и более высокие величины  $M_0$ ,  $MxDMn$  ( $p < 0,05-0,01$ ). Эти данные указывают на то, что у детей с высокой аэробной работоспособностью в рассматриваемой ситуации интенсивность центральных влияний на сердечный ритм и гемодинамику существенно снижена на фоне преобладания активности автономной регуляции.

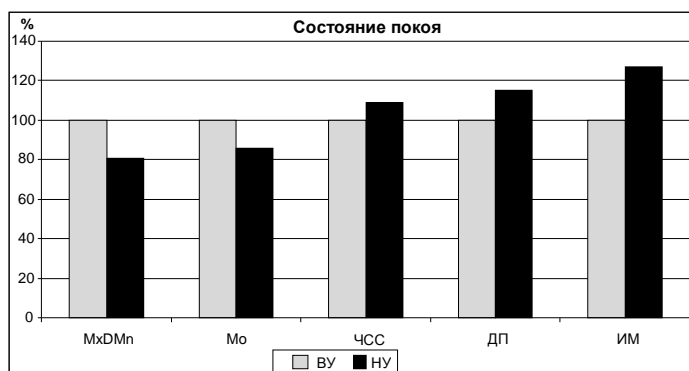


Рис 1. Значимые различия между школьниками с высокой (ВУ) и низкой (НУ) аэробной работоспособностью в состоянии спокойного бодрствования. Примечание. За 100 % приняты значения показателей ФС у детей с высоким уровнем аэробной работоспособности.

В соответствии с современными представлениями о механизмах регуляции физиологических функций, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания



активности парасимпатической системы и низкая степень централизации управления сердечным ритмом в состоянии спокойного бодрствования связываются с повышенными резервными возможностями организма [3; 15; 20] и высокой стрессоустойчивостью [5; 19; 21; 22].

В ситуации прагматической неопределенности в сопоставляемых группах отмечалось существенное повышение ( $p < 0,05-0,001$ ) ЧСС, АМо, SI, ДП, СД, САД, ДД, ИМ, СТ и уменьшение ( $p < 0,05-0,001$ ) RRNN, Мо, МхDMn (рис. 2).

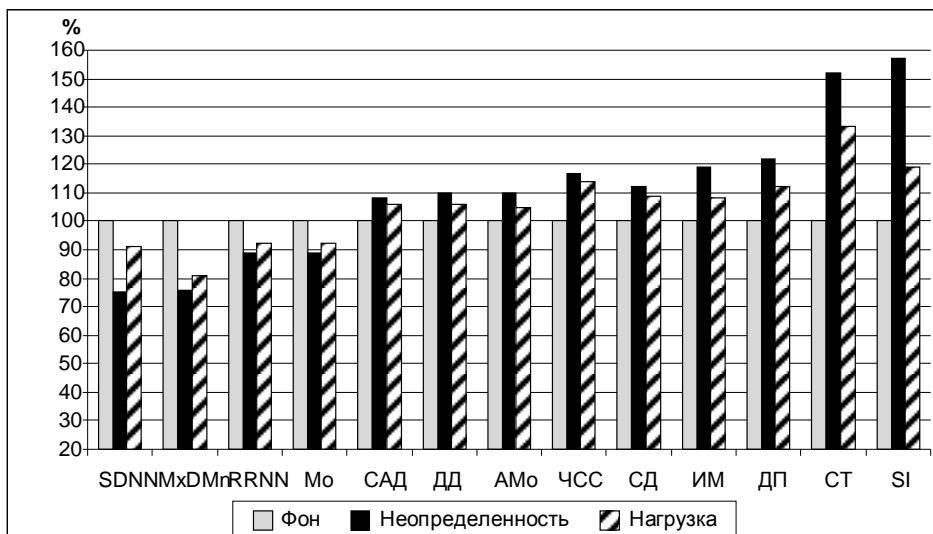


Рис. 2. Показатели ФС в условиях спокойного бодрствования, прагматической неопределенности и информационной нагрузки. Примечание. За 100 % приняты значения показателей в состоянии спокойного бодрствования. Значения SI в ситуации неопределенности и при информационной нагрузке уменьшены на 120%.

Подобные изменения рассматриваемых показателей функционального состояния отражают повышение активности симпатической системы и напряжение механизмов центральной регуляции физиологических функций. Сравнение изучаемых показателей, полученных в ситуации прагматической неопределенности (рис. 3), позволило установить, что у школьников с высоким уровнем аэробной работоспособности отмечаются менее существенные сдвиги ФС. Межгрупповые различия ( $p < 0,05-0,01$ ) обнаружены в отношении SI, RRNN, Мо, МхDMn, ДП, ИМ. В значительной степени это может быть связано с тем, что в основе формирования состояния психологического стресса в условиях неопределенности лежит процесс когнитивной оценки «угрозы» включающий 3 этапа: первичную, вторичную оценки и переоценку ситуации [12; 24]. Как известно, оценка ситуации, опосредующая формирование состояния психологического стресса, обычно направлена в будущее, которое представляется весьма угрожающим и неопределенным [1; 11; 17]. Угроза в данном случае может

быть охарактеризована как ожидание возможного вреда, под которым понимается нанесение не только физического, но и физиологического и социального ущерба [12; 24].

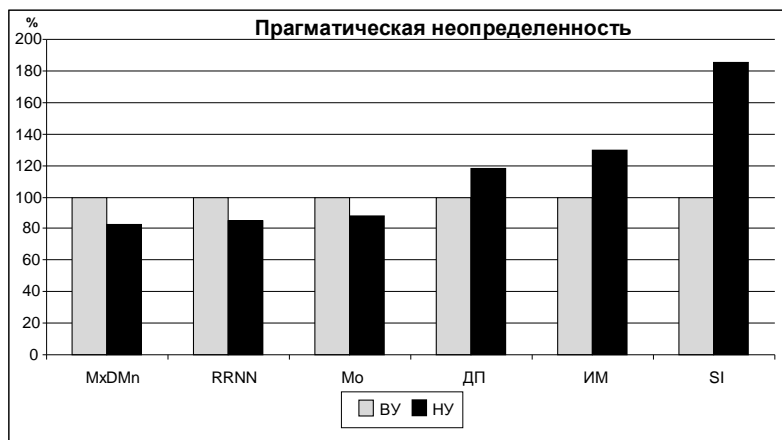


Рис 3. Значимые различия между школьниками с высокой (ВУ) и низкой (НУ) аэробной работоспособностью в ситуации прагматической неопределенности. Примечание. За 100 % приняты значения показателей ФС у детей с высоким уровнем аэробной работоспособности.

При информационной нагрузке, реализуемой с максимальной скоростью, также отмечались существенные ( $p < 0,05-0,001$ ) изменения ЧСС, АМо, СИ, ДП, СД, САД, ИМ, СТ, RRNN, Мо, МхDMn (см. рис. 2). по сравнению с состоянием спокойного бодрствования. В данной экспериментальной ситуации межгрупповые различия ( $p < 0,05-0,01$ ) касались ЧСС, RRNN, Мо, ДП, ИМ (рис. 4). При этом по скорости выполнения тестового задания (А) дети с высоким уровнем аэробной работоспособности превосходили ( $p < 0,05$ ) сверстников с низкими функциональными возможностями организма.

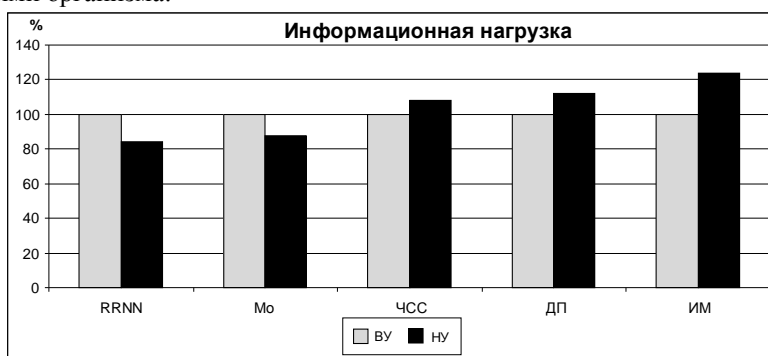


Рис 4. Значимые различия между школьниками с высокой (ВУ) и низкой (НУ) аэробной работоспособностью при информационной нагрузке. Примечание. За 100 % приняты значения показателей ФС у детей с высоким уровнем аэробной работоспособности.

Необходимо подчеркнуть, что в сравниваемых группах школьников в подавляющем числе случаев изменения ФС в ситуации прагматической неопределенности были несколько выше, чем в процессе последующего выполнения ими информационной нагрузки с максимальной скоростью на фоне сохранения различий, обусловленных уровнем аэробных возможностей организма. Последнее может указывать на то, что ситуация прагматической неопределенности вызывает у детей избыточную мобилизацию вегетативных функций.

Литература, касающаяся вопросов изучения влияния уровня аэробной подготовленности на изменения ФС при психологическом стрессе немногочисленна. Вместе с тем в ряде работ показано, что у лиц с высоким уровнем развития аэробных возможностей психофизиологическая реактивность на «стандартные» стрессовые нагрузки по вегетативным показателям неспецифической активации адекватно снижена по сравнению с испытуемыми, проявляющими низкую аэробную выносливость и физическую работоспособность [6; 23; 25; 27; 28; 29; 31; 32]. Предполагается, что в основе перекрестного профилактического эффекта адаптации к упражнениям, направленным на развитие аэробных возможностей, проявляющегося в отношении психофизиологических изменений ФС при стрессе, лежит адаптационная перестройка центральных и периферических механизмов регуляции физиологических функций, приводящая к повышению мощности и экономичности функционирования стресс–реализующих и стресс–ограничивающих систем организма в условиях психической напряженности [9; 10; 14; 15; 30]. В частности, считается, что регулярная физическая активность преимущественно аэробной направленности уменьшают симпатическое возбуждение, снижая активацию нейронов в тех областях мозга, которые ответственны за регуляцию функций системы кровообращения [26].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о том, что ситуация прагматической неопределенности вызывает у школьников 8-10 лет независимо от уровня развития аэробных возможностей организма, формирование состояния психологического стресса, характеризующееся избыточной мобилизацией систем вегетативного обеспечения деятельности. Вместе с тем установлено, что дети, имеющие высокий уровень развития аэробных возможностей организма, отличаются повышенным тонусом парасимпатического отдела ВНС в состоянии спокойного бодрствования, а также менее выраженными изменениями ФС как в ситуации прагматической неопределенности, так и при выполнении напряженной информационной нагрузки, по сравнению со сверстниками, имеющими недостаточную аэробную подготовленность.

*Работа поддержана РГНФ (грант № 15-06-10156а).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровский Ю.А. Пограничные психические расстройства. – М.: Медицина, 1993. – 400 с.

2. Аракелов Г.Г. Психофизиология стресса. Психофизиология. Под ред. Ю.И. Александрова. – СПб.: Питер, 2011. – С. 326-344.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Медицина, 1984. – 220 с.
4. Бодров, В.А. Психологический стресс: развитие и преодоление. – М.: ПЭР СЭ, 2006. – 528 с.
5. Гринберг Дж. Управление стрессом. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
6. Криволапчук И.А. Реализация напряженной информационной нагрузки и аэробные возможности детей и подростков 5-14 лет // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2008. – №3. – С. 40–43.
7. Криволапчук И.А. Физическое состояние подростков с высокой реакцией на стресс // Физиология человека. – 2012. – Т. 38, № 5. – С. 1-11.
8. Криволапчук И.А. Функциональное состояние подростков с высокой и низкой стрессовой реактивностью при информационной нагрузке // Журнал высшей нервной деятельности. – 2014. – Т. 4, № 3. – С. 279-291.
9. Криволапчук И.А., Зайцева Г.А., Чернова М.Б., Баранцев С.А., Полянская Н.В. Уровень выносливости как фактор, детерминирующий психофизиологическую реактивность детей 11-12 лет в условиях информационной нагрузки // Новые исследования. – 2014. – № 4.
10. Криволапчук И.А., Чернова М.Б., Баранцев С.А., Мельников Д.В., Полянская Н.В. Функциональное состояние школьников 10-11 лет с высоким и низким уровнем развития общей выносливости // Новые исследования. – 2013. – №2. – С.78-85.
11. Кулагин Б.В. Психология и психофизиология тревожности как свойства и состояния // Физиология человека. – 1981. – Т. 7, № 5. – С. 917-927.
12. Лазарус Р.С. Теория стресса и психофизиологические исследования // Эмоциональный стресс / Под ред. Л. Леви: Пер. с англ. – Л., 1970. – С. 178-208.
13. Леонова А.Б. Комплексная методология анализа профессионального стресса: от диагностики к профилактике и коррекции // Психологический журнал. – 2004. – № 2. – С. 76-85.
14. Медведев В.И. Адаптация человека. – СПб.: Институт мозга РАН, 2003. – 584 с.
15. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
16. Мызников И.Л. Оценка адаптивного поведения организма по гемодинамическим параметрам // Гигиена и санитария. – 1993. – №1. – С. 62-63.
17. Симонов П.В. Мотивированный мозг. – М.: Наука, 1987. – 238 с.
18. Собчик, Л.Н. Метод цветковых выборов – модификация цветового теста Люшера. – СПб.: Речь, 2006. – 128 с.
19. Ульянинский Л.С. Эмоциональный стресс и экстракардиальная регуляция // Физиологический журнал. – 1994. – Т. 80, № 2. – С. 23-33.
20. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
21. Everly G., Latin J. A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response. Springer, 2013. 486 p.

22. Krivolapchuk I. A. Peculiarities of preschool aged boys' and girls' physical state // *Medicina dello Sport*. – 2014. – 67(2). – P. 241-250.
23. Krivolapchuk I. A., Chernova M. B. Physical performance and psychophysiological reactivity of 7-8 year-old children to different types of exercise // *Medicina dello Sport*. – 2012. – 65 (2). – P. 173-185.
24. Lazarus R.S. Progress on a cognitive motivational-relational theory of emotion // *American Psychologist*. – 1991. – Vol. 46. – P. 819-837.
25. Light K., Obrist P., James S., Strogatz D. Cardiovascular Responses to Stress: II. Relationships to Atrobic Exercise Patterns // *Psychophysiology*. –1987. – Vol. 24. – P. 79-86.
26. Mueller P.J. Exercise Training And Sympathetic Nervous System Activity: Evidence For Physical Activity Dependent Neural Plasticity // *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. – 2007. – Vol. 34. – P. 377-384.
27. Reims H.M., Sevre K, Fossum E, Mellem H, Eide I.K, Kjeldsen S.E. Adrenaline during mental stress in relation to fitness, metabolic risk factors and cardiovascular responses in young men // *Blood Press*. – 2005. – V. 14(4). – P. 217-226.
28. Rimmel U., Seiler R., Marti B. et al. The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress // *Psychoneuroendocrinology*. – 2009. – Vol. 34. – P. 190-198.
29. Roemmich J.N., Lambiase M., Salvy S.J., Horvath P.J. Protective effect of interval exercise on psychophysiological stress reactivity in children // *Psychophysiology*. – 2009. – Vol. 46, № 4. – P. 852-861.
30. Sothmann M.S. The cross-stressor adaptation hypothesis and exercise training // *Psychobiology of physical activity* / Eds. Acevedo E.O., Ekkekakis P. Champaign: Human Kinetics Publishers, 2006. P. 152.
31. Spalding T.W., Lyon L.A., Steel D.H., Hatfield B.D. Aerobic exercise training and cardiovascular reactivity to psychological stress in sedentary young normotensive men and women // *Psychophysiology*. – 2004. – V. 41, № 4. – P. 552-562.
32. Steptoe A., Kearsley N., Walters N. Cardiovascular activity during mental stress following vigorous exercise in sportsmen and inactive men // *Psychophysiology*. – 1993. – V. 30, №3. – P. 245-252.

# ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

## РАЗВИТИЕ СПОРТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

В.В. Находкин<sup>1</sup>

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
Россия, Якутск

*Рассматриваются особенности процесса модернизации физического воспитания, как создания условий и механизма развития детско-юношеского спорта, обеспечения современного качества доступности и эффективности школьных спортивных занятий, раскрываются стратегические линии развития пространства спортивной деятельности, развитие спортивной культуры личности.*

**Ключевые слова:** спортивная культура, личность, юный спортсмен, развитие, воспитание, спортивная деятельность.

*In article features of process of physical training modernization as creations of conditions and the development mechanism of sport for children and young people, ensuring modern quality of availability and efficiency of school sports lessons are considered. Strategic lines of development of sports activity, development of sports culture of the personality reveal.*

**Keywords:** sports culture, personality, young athlete, development, education, sports activity.

**Sport education in young sportsmen.** *The article refers to modernization of physical education such as creation of conditions for sport development in children and teenagers, ensuring high quality and availability of school sports lessons. Strategic ways of sports development and sport education are discussed.*

**Keywords:** sports culture, personality, young athlete, development, education, sports activity.

В занятиях спортом выделяются два самостоятельных направления, хотя и связанных между собой: *ориентация в спортивных достижениях* на общие способности человека, на достижение каждым личных, наилучших, результатов – это массовый и базовый спорт; *достижение человеком предельных возможностей* – это спорт высших достижений, или профессиональный спорт. Он – вершина спортивной пирамиды, на которую поднимаются самые одаренные и талантливые спортсмены. Каждое из этих направлений имеет свое социальное, экономическое, политическое и соответственно педагогическое содержание.

Обращение к спорту как фактору *успешной социализации личности*, не случайно, так как он рассматривается современной педагогической и психологической наукой как особый вид деятельности, способствующей воспитанию лучших физических, нравственных, психических качеств, связанных с формированием

---

<sup>1</sup>Контакты: Находкин В.В. – E-mail: <nakhodvasily@mail.ru>

самого человека (В.В. Белорусова, И.Н. Решетень, П.А. Рудик, Р.Г. Харабуга, А.Ц. Пуни, Н.А. Худадов и др.).

Назначение детско-юношеского спорта, на наш взгляд состоит в том, чтобы путем использования богатого воспитательного потенциала физической культуры и имеющихся возможностей педагогической науки не только добиваться у подопечных высоких спортивных результатов, а главное, подготовить через спорт к жизни и труду. Эта цель скрытая и в сознании юных спортсменов без направленных воздействий тренера редко актуализируется.

В последнее время намечается качественно новая стадия осмысления сущности физического воспитания. Все чаще говорится о физической культуре не только как об абстрагированном социальном феномене, но и как о свойстве личности [1; 2; 8]. Проблеме совершенствования содержания образования по физической культуре посвятили свои труды известные отечественные авторы М.Я. Виленский, В.К. Бальсевич, Л.И. Лубышева, Е.Н. Шаулин и др.

Высокий потенциал физической, психической и умственной дееспособности служит важнейшим залогом полноценной жизни. Внимание к собственному здоровью, способность обеспечить индивидуальную профилактику его нарушений, сознательная ориентация на здоровье при выполнении различных форм деятельности – все это может служить показателем общей культуры человека, его духовности.

*Объектом исследования* служит спортивная деятельность юных спортсменов, их обучение, развитие и достижение высоких личных спортивных результатов. *Предметом исследования* является изучение содержания, закономерностей, механизмов и специфики педагогического процесса по формированию личности в условиях занятий спортивной деятельностью.

Многочисленные социологические и педагогические исследования, проведенные в разное время и в разных странах, показывают, что для значительной части населения характерно пассивное отношение к занятиям физической культурой. Огромный гуманистический потенциал этих занятий используется недостаточно полно и эффективно, а иногда они приводят и к весьма негативным последствиям, содействуют развитию нежелательных качеств личности, ее одностороннему развитию [8].

Ныне действующая система физического воспитания, общепринятая во всех образовательных учреждениях, построена на основе традиционного (императивного) образования, где личность воспринимается через призму определенных параметров (показатели развития физических качеств, степень владения двигательными умениями и навыками, уровень теоретических знаний) и выступает как средство достижения этих функций. В данной системе образование рассматривается по аналогии с процессом познания: цель – содержание – средства, а личностные аспекты сводятся к формированию мотивации и потребностей к занятиям физической культурой и спортом [9].

В последние годы серьезной коррекции подверглась концепция физической культуры и физического воспитания, однако, по мнению В.С. Якимовича [9], остальные элементы данной системы на практике изменились мало. Следовательно, сейчас цель системы физической культуры и физического воспитания вступает в противоречие с элементами этой системы [4].

Привлекает своей научной обоснованностью подход к проблеме совершенствования физического воспитания школьников, в основе которого лежит теория деятельности [5, 7]. Данный подход заключается в том, что он ориентирует не только на усвоение знаний, но и на способы этого усвоения, на образцы и способы мышления и деятельности, на развитие познавательных сил и творческого потенциала школьника.

В соответствии с личностной ориентацией физического воспитания основой его является всестороннее физическое развитие личности занимающегося и формирование его физической культуры. Причем физическое развитие личности занимающегося предполагает и всестороннее его развитие, т.е. в процессе физического воспитания должно осуществляться и развитие психических функций, и духовно-нравственных качеств личности [9, 10, 11]. По сути, это и есть принцип всестороннего развития личности, один из основных принципов системы физического воспитания. Однако, учитывая социальные потребности (значение и важность интеллектуального развития личности в современном обществе), всестороннее физическое развитие, в первую очередь, должно оказывать благоприятное воздействие именно на интеллектуальное совершенствование человека. Целью же самого ученика, в таком случае, является самореализация, проявление и развитие собственных способностей (физических, психологических, нравственных) в процессе физического воспитания.

По справедливому замечанию М.Г. Кошман, С.Д. Неверкович [6], пространство спортивной деятельности должно быть ориентировано на развитие спортивной культуры личности. Важнейшим моментом в развитии пространства спортивной деятельности является определение его стратегии. Стратегическими линиями развития пространства спортивной деятельности в современной социокультурной ситуации являются: информатизация; методологизация; онтологизация; технологизация; регионализация; культурологизация; профессионализация; гуманизация; фундаментализация; экологизация; праксиологизация и др.[6].

В.К. Бальсевич во главу угла содержания образования по физической культуре в школе ставит тренировочную направленность. По его мнению, в основу учебных занятий в школе должна быть положена система тренировки. Он считает, что выносливость, сила, ловкость, высокий уровень работоспособности могут быть приобретены только путем тренировки, путем использования эффекта целенаправленного организованного процесса адаптации организма школьника к физическим нагрузкам необходимого объема и достаточной интенсивности.

Согласно концепции В.К. Бальсевича [2; 3], формулируется доктрина, которая отвечает, в первую очередь, принципам адекватной системности, предусматривающей управляемость процесса формирования всесторонне развитой, гармоничной, целостной, активной личности, способной проявить себя как в физической культуре и спорте, так и вне этих сфер деятельности.

В.К. Бальсевич на основе анализа современного состояния теории и практики предлагает следующие методологические принципы инновационного проектирования систем физического воспитания: форма организации процесса физического воспитания должна обеспечивать как можно больше возможности для освоения каждым из них ценностей физической культуры и спорта в соответствии с индивидуальными задатками, способностями, личностными установками, потребно-



стями, притязаниями, интересами и уровнем физического развития и подготовленности; в процессе физкультурного воспитания должны обязательно использоваться современные технологии спортивной тренировки, осуществляемой в тесном единстве с их моторным обучением [1].

Спортизация, по мнению Л.И. Лубышевой, – активное использование спортивной деятельности, спортивных технологий, соревнований и элементов спорта в образовательном процессе с целью формирования спортивной культуры учащихся. Существенным дополнением к процессу спортизации общеобразовательной школы является внедрение инновационного проекта «Школьный спортивный клуб». Суть данного проекта заключается в интеграции основного и дополнительного образования спортивно-оздоровительной направленности посредством внедрения 6-часовых занятий в неделю (3 урока физической культуры и 3 занятия в спортивно-оздоровительных группах ДЮСШ). Огромный социализирующий и оздоровительный эффект заложен в ведущей идее проекта «Каждой школе – спортивную команду». Он несет в себе возможность воспитания настоящих граждан, патриотизм, любовь к школе, умение бороться и побеждать, иногда и умение проигрывать, чувствовать локоть товарища – всему этому можно научиться в спортивной команде школы.

Таким образом, процесс спортизации можно рассмотреть как модернизацию физического воспитания, как создание условий и механизма развития детско-юношеского спорта, обеспечение современного качества доступности и эффективности школьных спортивных занятий на основе лучших традиций советской системы физического воспитания.

Научно-практическое движение в этих стратегических векторах в физкультурном пространстве позволит существенно и качественно преобразовать ситуацию, и создает равные возможности самореализации в спорте каждому ребенку, оказывает помощь и поддержку спортивно одаренным и талантливым юным спортсменам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бальсевич В.К. Основные положения Концепции интенсивного инновационного преобразования национальной системы физкультурно-спортивного воспитания детей, подростков и молодежи России // Теория и практика физической культуры. – 2002. – №3.

2. Бальсевич В.К. Концепция альтернативных форм организации физического воспитания детей и молодежи // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 1996. – № 1. – С. 23-25.

3. Бальсевич В.К. Перспективы развития общей теории и технологии спортивной подготовки и физического воспитания // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 4. – С. 21-25.

4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа: Учеб.для студ. вузов, обучающихся по специальности «Системный анализ и управление». – СПб.: СПбГТУ, 1997. – 510 с.

5. Кофман Л.Б. Педагогические принципы и модели организации физкультурно-спортивной деятельности детей и молодежи: Дис. .. д-ра пед. наук в виде научного доклада. – М., 1997. – 72 с.

6. Кошман М.Г., Неверкович С.Д. Проектирование в пространстве физической культуры и спорта. Система подготовки спортсменов высшего мастерства в спортивно-образовательных учреждениях / Материалы Всероссийской научно-практической конференции, с. Чурапча, РС (Я), 15-16 декабря 2011г. – М.: Советский спорт, 2011. – С. 150-174.

7. Матвеев А.П. Концепция образовательной программы «Физическая культура» для средней общеобразовательной школы //Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 1996. – №1. – С. 19-22.

8. Столяров В.И. Спартакие игры – новая гуманистически ориентированная модель спорта в его интеграции с искусством // Спорт, духовные ценности, культура. Вып. 4: Сб. / Сост. В.В. Кузин, В.И. Столяров, Н.Н. Чесноков. – М.: Гуманитарный Центр «СпАрт» РГАФК, 1998. – С. 54-279.

9. Якимович В.С. Проектирование системы физического воспитания детей и молодежи в различных учебных заведениях. – Волгоград, 2002. – 135 с.

10. Якимович В.С. Физическое воспитание – основа системного воздействия на интеллектуальное развитие человека // Наука, искусство, образование на пороге III тысячелетия: Мат-лы II Междунар. науч. конгресса: В 2 тт. – Т. 1. – Волгоград: ВолГУ, 2000. – С. 252-254.

11. Якимович В.С., Старикова Т.В Программно-целевое планирование физического воспитания в высших учебных заведениях // Подготовка спортивного резерва и здоровье: Мат-лыВсерос науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы оздоровительной физической культуры и подготовки спортивного резерва». – Волгоград: ВГАФК, 1998. – С. 234-236.

# ОБОСНОВАНИЕ БАТАРЕИ ТЕСТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТЕЙ 7-12 ЛЕТ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

И.А. Криволапчук<sup>1</sup> \*, М.Б. Чернова \*

А.А. Герасимова \*, В.В. Мышьяков \*\*

\*ФГБНУ «Институт возрастной физиологии

Российской академии образования», Россия Москва

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

*Анализ показателей физического состояния детей 7-8, 9-10 и 11-12 лет позволил выявить наиболее значимые факторы, определяющие физическую работоспособность и двигательную подготовленность. На этой основе определена факторная информативность показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности детей в различные возрастные периоды и сформирован гетерогенный комплекс тестов, пригодный для оценки рабочих возможностей детей в «полевых» условиях во всем диапазоне доступных нагрузок.*

**Ключевые слова:** факторная информативность, гетерогенная батарея тестов, физическая работоспособность и двигательная подготовленность, полевые условия.

**Rationale for a group of tests used to evaluate physical work ability in 7-12-year-old children.** *Analysis of the physical condition of 7-8, 9-10 and 11-12-year-old children revealed the most significant factors, determining physical performance and motor readiness. As a result, there was determined factor importance of physical performance and motor readiness in children at different age periods. There was formed a heterogeneous set of tests, suitable for evaluating work abilities in children in the "field" conditions within the whole range of available work.*

**Key words:** factor importance, heterogeneous set of testst, physical performance and motor readiness, field conditions.

Известно, что полевые тесты в спортивной практике применяются гораздо реже, нежели лабораторные и это, в первую очередь, связано с трудностью обеспечения стандартности процедуры и условий тестирования. Вместе с тем точное воспроизведение реальной соревновательной обстановки приводит к тому, что данные тесты до сих пор широко используются в практической деятельности [1; 4; 11]. Мало того, в настоящее время арсенал полевых тестов, применяемых в «естественных» условиях учебно-тренировочных занятий в различных видах спорта постоянно расширяется [9; 10; 13; 14].

Для управления процессом физического воспитания школьников необходим постоянный контроль эффективности педагогических воздействий в отношении функциональных возможностей детей. С этой целью, также как и в спорте, применяются не только лабораторные методики, но и тестирование непосредственно

---

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

в ходе учебных занятий. Последнее связано с тем, что мышечная деятельность в лаборатории значительно отличается от тестирования в полевых условиях. Важно подчеркнуть, что результаты, полученные в лаборатории, не всегда достоверно отражают уровень работоспособности, проявляемый в естественных условиях. В то же время в лабораторных исследованиях процедура тестирования тщательно контролируется в отличие от исследований в полевых условиях, где ряд переменных – температура, влажность воздуха, аэродинамическое сопротивление, условия скольжения и т. д. – могут повлиять на результаты [1; 7; 11].

Поэтому наряду с определением физической работоспособности детей в стандартных лабораторных условиях, часто возникает необходимость оценить их функциональные возможности в «полевых условиях». В этой связи для практики физического воспитания большое значение имеет расширение набора эффективных тестов, пригодных для использования в полевых условиях. В контексте изложенного, проведение исследований, направленных на обоснование комплекса тестовых процедур для определения физической работоспособности детей в естественных условиях учебного процесса по физическому воспитанию, представляется вполне актуальным, имеющим большое практическое значение.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие дети 7-12 лет ( $n=286$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Работа проводилась в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации.

В процессе исследования использовали функциональные и эргометрические тесты оценки физической работоспособности. Определяли максимальное потребление кислорода (МПК) [2], интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД) [5], ватт-пульс (ВтП), мощность нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC170) [2], максимальную силу (МС) и предельное время работы ( $t_2$ ,  $t_4$ ) при выполнении «до отказа» нагрузок мощностью 2 и 4 Вт/кг [3]. На основе уравнения Muller по данным выполнения работы «до отказа» определяли величины мощности нагрузок, максимальное время реализации которых составляло 1 (W1), 40 (W40), 240 (W240), 400 (W400), 900 с (W900), коэффициенты, отражающие емкость аэробного (b) и соотношение возможностей аэробного и анаэробно-гликолитического источников (a) [5].

Комплекс контрольных упражнений состоял из показателей, характеризующих уровень развития кондиционных физических качеств: 1) бег 20 метров с хода; 2) прыжок в длину с места; 3) челночный бег 4x9 м; 4) шестиминутный бег; 5) поднятие туловища из положения «лёжа на спине» за 1 минуту; 6) наклон вперед. По результатам тестирования определяли общую оценку физической подготовленности (ОФП).

Для определения показателей физического состояния детей, наиболее пригодных для использования в условиях школы, проводился опрос опытных учителей физической культуры, преподавателей вузов и научных работников (стаж работы более 15 лет). Всего в опросе приняли участие 75 респондентов.

Обработка данных осуществлялась с использованием стандартной программы в пакете Statistica. Для выявления ведущих факторов, характеризующих

структуру физического состояния детей, применялся факторный анализ – метод главных компонент с последующим вращением референтных осей по Вари-макс-критерию. В целях получения воспроизводимых результатов факторного анализа обследовалась выборка испытуемых по объёму, значительно превышающая количество изучаемых переменных. Результаты факторного анализа использовались для обоснования эмпирической информативности различных функциональных, эргометрических и моторных тестов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным, полученным в результате статистической обработки показателей, характеризующих разные аспекты ФС детей 7-8, 9-10 и 11-12 лет, определены от 4 до 5 ортогональных факторов, вклад которых в общую дисперсию выборки превысил 75 % в каждой возрастной группе.

Факторные нагрузки, отражающие степень корреляции используемых показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности с выделенными факторами в целом характеризовались сильной ( $r=0,99-0,7$ ) и средней ( $r=0,69-0,5$ ) степенями статистической связи.

В структуре физической работоспособности и двигательной подготовленности детей 7-12 лет выделились факторы, характеризующие общую работоспособность, а также анаэробные и аэробные компоненты системы энергетического обеспечения мышечной деятельности (табл. 1).

Важно подчеркнуть, что выделенные факторы могут быть соотнесены с зонами относительной мощности. Факторы аэробной работоспособности характеризуют физические возможности организма при работе в зоне большой и умеренной мощности. Фактор анаэробной гликолитической работоспособности отражает способность к выполнению работы в зоне субмаксимальной мощности. И, наконец, фактор анаэробной алактатной работоспособности определяет двигательные возможности, связанные с выполнением работы максимальной мощности. Необходимо отметить, что аналогичные факторы выделены нами в структуре физического состояния детей 5-6 лет [3; 12].

Материалы исследования дали возможность определить эмпирическую информативность функциональных, эргометрических и моторных тестов, объединенных в различные факторы.

Факторная информативность тестов физического состояния детей 7-12 лет, представлена в табл. 1. Содержание таблицы свидетельствует о том, что наиболее информативными показателями среди отобранных по фактору общей работоспособности оказались: в 7-8 лет – ВтП (абсолютное значение), прыжок в длину, ОФП; 9-10 лет – ВтП, МПК, ОФП; 11-12 лет – ВтП, PWC170, ОФП. По фактору аэробной емкости: в 7-8 лет – коэффициент В уравнения Muller, W900, T1; 9-10 лет – коэффициент В уравнения Muller, W240, T1; 11-12 лет – коэффициент В уравнения Muller, W900, T1. По фактору аэробной мощности: в 7-8 лет – относительные значения PWC170, МПК, ВтП; 9-10 лет – относительные значения PWC170, МПК, ВтП; 11-12 лет – относительные значения PWC170, МПК, ВтП. По фактору анаэробной гликолитической работоспособности: в 7-8 лет – T2, W40, коэффициент А уравнения Muller; в 9-10 лет – W40, T2, ИНПД4Вт/кг; в 11-12 лет

– T<sub>2</sub>, W<sub>40</sub>. По фактору анаэробной алактатной работоспособности: в 7-8 лет – МС, W<sub>1</sub>, ИНПДмах; 9-10 – W<sub>1</sub>, ОФП, МС; в 11-12 лет – МС.

Таблица 1

*Факторная информативность показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности 7-12 лет*

Фактор	Показатель	Коэффициент
7-8 лет (n=110)		
Анаэробная алактатная работоспособность (зона максимальной мощности)	МС, кг	0,829
	W <sub>1</sub> , Вт/кг	0,661
	ИНПД мах, уд/с	-0,652
Анаэробная гликолитическая работоспособность (зона субмаксимальной мощности)	T <sub>2</sub> , с	0,918
	W <sub>40</sub> , Вт/кг	0,904
	Коэффициент А уравнения Muller, отн. ед.	0,513
Аэробная мощность (зона большой мощности)	PWC <sub>170</sub> , кгм/мин/ кг	0,903
	МПК, л/мин/кг	0,760
	ВтП, кгм/уд*кг	0,724
Аэробная емкость (зона умеренной мощности)	Коэффициент В уравнения Muller, отн. ед.	0,935
	W <sub>900</sub> , Вт/кг	0,793
	T <sub>1</sub> , с	0,769
Общая работоспособность	ВтП, кгм/уд	0,912
	Прыжок в длину, см	0,897
	ОФП, балл	0,866
9-10 лет (n=91)		
Анаэробная алактатная работоспособность (зона максимальной мощности)	W <sub>1</sub> , Вт/кг	0,831
	ОФП, балл	0,741
	МС, кг	0,628
Анаэробная гликолитическая работоспособность (зона субмаксимальной мощности)	W <sub>40</sub> , Вт/кг	866
	T <sub>2</sub> , с	840
	ИНПД4Вт/кг, уд/с	-718
Аэробная мощность (зона большой мощности)	PWC <sub>170</sub> , кгм/мин/ кг	0,966
	МПК, л/мин/кг	0,945
	ВтП, кгм/уд*кг	0,673
Аэробная емкость (зона умеренной мощности)	Коэффициент В уравнения Muller, отн. ед.	0,989
	W <sub>240</sub> , Вт/кг	0,915
	T <sub>1</sub> , с	0,797
Общая работоспособность	ВтП, кгм/уд	0,883
	МПК, л/мин	0,682
	ОФП, балл	0,401
11-12 лет (n=85)		
Анаэробная работоспособность (зоны максимальной и субмаксимальной мощности)	T <sub>2</sub> , с	0,820
	W <sub>40</sub> , Вт/кг	0,633
	МС, кг	0,569
Аэробная мощность (зона большой)	PWC <sub>170</sub> , кгм/мин/ кг	0,932

мощности)	МПК, л/мин/кг	0,895
	ВтП, кгм/уд*кг	0,707
Аэробная емкость (зона умеренной мощности)	В, отн.ед	0,967
	W <sub>900</sub> , Вт/кг	0,957
	T <sub>1</sub> , с	0,915
Общая работоспособность	ВтП, кгм/уд	0,895
	PWC <sub>170</sub> , кгм/мин	0,880
	ОФП, балл	0,875

Видно, что наиболее информативные показатели во всех рассматриваемых возрастных группах в значительной степени совпадают. Это обстоятельство позволяет сформировать гетерогенную батарею тестов, для оценки физической работоспособности детей в возрастном аспекте.

На последнем этапе исследования с целью выявления наиболее информативных показателей работоспособности и двигательной подготовленности, пригодных в полевых условиях, проводился опрос опытных учителей физической культуры, преподавателей вузов и научных работников. Результаты опроса представлены в таблице 2. Респондентам предлагалось проранжировать, выделенные в результате факторного анализа информативные показатели по степени их значимости с целью формирования гетерогенной батареи тестов, предназначенной для оценки физической работоспособности детей в «полевых» условиях. В процессе ранжирования тестов, респонденты должны были учитывать ряд требований, предъявляемых к протоколам тестирования функциональных возможностей человека в полевых условиях. Это, прежде всего, стандартность процедуры и условий тестирования, строгая дозировка и точность измерения параметров нагрузки, ее адекватность исследуемым функциональным свойствам и качествам, простота структуры тестовой нагрузки, не требующей специального обучения, портативность и надежность технического оборудования [1; 4; 7; 8; 11].

Таблица 2

*Ранговая структура показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности, отражающая возможность их использования в полевых условиях у детей 7-12 лет*

Ранг	Критерий	Ранговый показатель (%)
1	Общая оценка физической подготовленности (ОФП)	14,1
2	Максимальная сила (МС)	10,2
3	Мощность нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC <sub>170</sub> , беговой тест)	9,5
4	Предельное время работы при выполнении «до отказа» нагрузки мощностью 2 Вт/кг ( T <sub>1</sub> , степэргометрия)	8,1
5	Предельное время работы при выполнении «до отказа» нагрузки мощностью 4 Вт/кг ( T <sub>2</sub> , степэргометрия)	6,3
6	Максимальное потребление кислорода ( МПК)	6,2
7	Поднимание туловища за 1 мин	5,7

8	Прыжок в длину с места	5,5
9	Интенсивность накопления пульсового долга после нагрузки мощностью 4 Вт/кг (ИНПД4Вт/кг)	5,0
10	Ватт-пульс (ВтП)	4,9
11	Интенсивность накопления пульсового долга после нагрузки максимальной мощности (ИНПДmax)	4,3
12	Величина мощности нагрузки, максимальное время реализации которой составляет 900 с ( $W_{900}$ )	4,1
13	Величина мощности нагрузки, максимальное время реализации которой составляет 240 с ( $W_{240}$ )	3,8
14	Величина мощности нагрузки, максимальное время реализации которой составляет 1 с ( $W_1$ )	3,5
15	Величина мощности нагрузки, максимальное время реализации которой составляет 40 с ( $W_{40}$ )	3,5
16	Коэффициент В уравнения Muller	2,9
17	Коэффициент А уравнения Muller	2,4

Результаты ранжирования свидетельствуют, что, наиболее информативным показателем, определяющим общую физическую работоспособность детей 7-12 лет, является интегральная оценка физической подготовленности (ОФП). Далее по рангу следуют: МС,  $PWC_{170}$ ,  $T_1$  и  $T_2$ . Респонденты отметили их в качестве основных показателей, характеризующих физическую работоспособность и двигательную подготовленность детей в различных зонах относительной мощности, пригодных для использования в «полевых» условиях (табл. 3).

Таблица 3

*Итоговая батарея тестов для оценки физической работоспособности и двигательной подготовленности детей 5-12 лет в полевых условиях*

№ п/п	Фактор	Показатель	Коэффициент информативности
1	Анаэробная алактатная работоспособность (зона максимальной мощности)	Максимальная сила (МС)	0,569–0,902
2	Анаэробная гликолитическая работоспособность (зона субмаксимальной мощности)	Предельное время работы при выполнении «до отказа» нагрузки мощностью 4 Вт/кг ( $T_2$ , степэргометрия)	0,820–0,929
3	Аэробная мощность (зона большой мощности)	Мощность нагрузки при пульсе 170 уд/мин ( $PWC_{170}$ , беговой тест)	0,576–0,966
4	Аэробная емкость (зона умеренной мощности)	Предельное время работы при выполнении «до отказа» нагрузки мощностью 2 Вт/кг ( $T_1$ , степэргометрия)	0,769–0,915
5	Общая работоспособность	Общая оценка физической подготовленности (ОФП)	0,401–0,875



Полученные материалы свидетельствуют о том, что отобранные в комплекс для полевых исследований тесты, обладают высокой эмпирической информативностью во всех рассматриваемых возрастных группах детей. Исключение составляет средняя информативность показателя общей оценки физической подготовленности в возрасте 9-10 лет. Однако, поскольку для диагностики двигательных достижений используются моторные тесты, информативность которых превышает 0,3 [6], можно сделать заключение о том, что данный тест характеризуется достаточной валидностью, а рассматриваемая батарея тестов в целом обладает высокой информативностью по отношению к контингенту здоровых не занимающихся спортом детей 7-8, 9-10 и 11-12 лет.

Таким образом, в ходе исследования сформирован гетерогенный комплекс тестов пригодный для оценки рабочих возможностей детей в широком диапазоне доступных нагрузок в «полевых» условиях.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализ показателей физического состояния детей 7-8, 9-10 и 11-12 лет позволил выявить наиболее значимые факторы, определяющие структуру их физической работоспособности и двигательной подготовленности.

На этой основе определена факторная информативность отдельных показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности детей в различные возрастные периоды и сформирован гетерогенный комплекс тестов пригодный для оценки рабочих возможностей школьников в широком диапазоне доступных им нагрузок в «полевых» условиях.

Полученные материалы свидетельствуют о том, что предлагаемый комплекс тестов, предназначенный для полевых исследований работоспособности и двигательной подготовленности, обладает высокой эмпирической информативностью в отношении детей рассматриваемых возрастных групп.

*Работа поддержана РГНФ (грант № 15-06-18014е).*

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. – М.: Советский спорт, 2009. – 348 с.
2. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
3. Криволапчук И.А. Энергообеспечение мышечной деятельности детей 5-6 лет и комплексная оценка физической работоспособности // Физиология человека. – 2009. – Т.35, N1. – С. 76-87.
4. Методические рекомендации. Неинвазивные методы контроля кислородтранспортных возможностей организма с целью коррекции тренировочного процесса у спортсменов в зимних видах спорта на выносливость. (по материалам сайта <http://csp-athletics.ru/metodicheskie-rekomendatsii-po-kontrolyu-sostoyaniya.html> (дата обращения: 10.02.2015).
5. Соськин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом «Либроком», 2011. – 368 с.

6. Спортивная метрология / Под ред. В.М. Зациорского. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
7. Уилмор Дж., Костилл Д. Физиология спорта и двигательной активности. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 500 с.
8. Фомин В. С. Физиологические основы управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов. – М.: МОГИФК, 1984. – 63 с.
9. Green B.S., Blake C., Caulfield B.M. A valid field test protocol of linear speed and agility in rugby union // J Strength Cond Res. – 2011. – Vol. 25 (5). – P. 1256-1262.
10. Hulse M.A., Morris J.G., Hawkins R.D., Hodson A., Nevill A.M., Nevill M.E. A field-test battery for elite, young soccer players // J Sports Med. – 2013. – Vol. 34(4). – P. 302-311.
11. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. Physiology of Sport and Exercise. – Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2011. – 640 p.
12. Krivolapchuk I. A. Peculiarities of preschool aged boys' and girls' physical state // Medicina dello Sport. – 2014. – 67(2). – P. 241-250.
13. Shim A.L., Bailey M.L., Westings S.H. Development of a field test for upper-body power // J Strength Cond Res. – 2001. – Vol. 15(2). – P. 192-197.
14. Vanlandewijck Y.C., Daly D.J., Theisen D.M. Field test evaluation of aerobic, anaerobic, and wheelchair basketball skill performances // Int J Sports Med. – 1999. – Vol. 20(8). – P. 548-554.

## 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, адрес для контактов, желательно электронный.

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) вписываются в текст.

4. Для иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Рисунки также вписываются в текст.

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

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

7. Статьи направлять на электронном и бумажном (2 экз.) носителях (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. Все статьи проходят обязательное рецензирование анонимными рецензентами, назначенными редколлегией журнала «Новые исследования».

10. Рецензирование поступивших к публикации в журнале статей проводятся членами Редколлегии и Редакционного Совета, а также другими специалистами по тематике работы, в том числе из смежных научных учреждений.

*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 (495)245-04-33, тел 708-36-83*

*E.mail: almanac@mail.ru*

Номер подписан в печать 15.06.2015.  
Усл. п. л. 5,75. Тираж 500 экз.  
Отпечатано ИП Скороходов В.А.  
111401, г. Москва, ул. 3-я Владимирская, 11-18