

**Российская академия образования
Институт возрастной физиологии**



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 4(49) 2016

Выходит с 2001 г.

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

Главный редактор

Безруких Марьяна Михайловна

Заместитель главного редактора

Сонькин Валентин Дмитриевич

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Догадкина С.Б., к.б.н.

(ответственный секретарь)

Криволапчук И.А., д.б.н.

Адамовская О.Н., к.б.н.

Курганский А.В., к.б.н.

Мачинская Р.И., д.б.н.

Параничева Т.М., к.б.н.

Сельверова Н.Б., д.м.н.

Филиппова Т.А., к.б.н.

Шумейко Н.С., к.б.н.

Безобразова В.Н., к.б.н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Сонькин В.Д., д.б.н., проф.

Тамбовцева Р.В., д.б.н., проф.

Криволапчук И.А., д.б.н.

Рыбаков В.П., д.м.н.

Макеева А.Г., к.пед.н.

Полянская Н.В., к.м.н.

Рублева Л.В., к.б.н.

Соколов Е.В., к.б.н.

СОСТАВИТЕЛЬ

Догадкина С.Б.

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

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

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (редакция март 2010, декабрь 2015 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, 2016, № 4(49). - 112 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ У ПЕРВОКЛАССНИКОВ ПРИ ЧТЕНИИ ТЕКСТОВ РАЗЛИЧНОЙ СЛОЖНОСТИ Безруких М.М., Комкова Ю.Н., Иванов В.В.	5
АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И НЕЙРОЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ К НАГРУЗКАМ РАЗНОГО ВИДА У ПОДРОСТКОВ 12-14 ЛЕТ Шарапов А.Н., Безобразова Е.Н., Догадкина С.Б., Кмить Г.В., Рублева Л.В., Ермакова И.В.	21
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ 13-14 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ НАПРЯЖЕННОЙ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИЙ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ Криволапчук И.А., Чернова М.Б., Савушкина Е.В.	44
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И СТРУКТУРЫ ПИТАНИЯ ПОДРОСТКОВ 12-15 ЛЕТ Макеева А.Г.	55
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У ДЕТЕЙ 9-11 ЛЕТ - УРОЖЕНЦЕВ Среднего Приобья Литовченко О.Г., Ишбулатова М.С.	62

ШКОЛА И ЗДОРОВЬЕ

УЧЕБНАЯ, ВНЕУЧЕБНАЯ И ОБЩАЯ НАГРУЗКА, РЕЖИМ ДНЯ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ПРИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ ПОВЫШЕННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н., Лезжова Г.Н., Тюрина Е.В., Орлов К.В.	71
--	----

ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ 13-14 ЛЕТ С РАЗНЫМИ СТАДИЯМИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ Криволапчук И.А., Сухецкий В.К., Чернова М.Б., Савушкина Е.В.	85
ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ КОГНИТИВНЫХ НАГРУЗКАХ: ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ЭФФЕКТЫ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ Криволапчук И.А., Герасимова А.А.	91

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И
ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПОДРОСТКОВ С
РАЗНЫМИ СТАДИЯМИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

Чернова М.Б., Криволапчук И.А., Сухецкий В.К. 100

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ У ПЕРВОКЛАССНИКОВ ПРИ ЧТЕНИИ ТЕКСТОВ РАЗЛИЧНОЙ СЛОЖНОСТИ

*М.М. Безруких, Ю.Н. Комкова¹, В.В. Иванов
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва*

Методом спектрального и временного анализа определялись особенности колебательных процессов в системе автономной нервной регуляции сердечного ритма в состоянии спокойного бодрствования, при чтении текстов разной сложности, при ответах на вопросы на понимание текстов и в восстановительном периоде у детей 7-8 лет. Одновременно во время чтения текстов проведена регистрация окуломоторной активности.

Показано, что чтение простого по психо- и морфофункциональной сложности текста у детей 7-8 лет сопровождается сходной реакцией автономной нервной системы, которая характеризуется снижением активности парасимпатического отдела. Чтение сложного текста вызвало разнонаправленную вегетативную реакцию, которая определяется индивидуальными особенностями ребенка.

Повышение психо- и морфолингвистической сложности текстового материала сопровождается снижением степени тесноты связей между параметрами окуломоторной активности и показателями регуляции сердечного ритма, а понимание содержания сложного текста находится в прямой зависимости от функционального состояния детей до чтения.

***Ключевые слова:** автономная нервная система, вариабельность сердечного ритма, окуломоторная активность, чтение, дети.*

***Autonomic nervous regulation of heart rate and oculomotor activity of first-graders when reading texts of varying complexity.** The methods of spectral and temporal analysis were used to determine the characteristics of oscillatory processes in the autonomic nervous system regulation of heart rate during the state of quiet wakefulness, when reading texts of different complexity, in response to text comprehension questions, and during the recovery period in 7-8-year-old children. During the reading process the oculomotor activity was also registered.*

It is shown that reading a psychologically and linguistically simple text by 7-8-year-old children is accompanied by similar reaction of the autonomic nervous system, which is characterized by decreased activity of the parasympathetic NS. Reading a

Контакты: ¹ Комкова Ю.Н. – E-mail: <Julie.komkova@gmail.com>

complex text caused mixed vegetative reaction, which depended on the individual characteristics of the child.

Increased psychological and linguistic complexity of the text material is accompanied by weaker relations between parameters of oculomotor activity and heart rate regulation, whereas the understanding of the complex text directly depends on the functional state the children have before reading.

Key words: *autonomic nervous system, heart rate variability, oculomotor activity, reading, children.*

Внедрение практики учащимися начальных школ чтения с экранов – ридера, компьютера – на начальном этапе обучения, когда навык чтения у ребенка еще не достаточно сформирован, требует от него значительных усилий.

Чтение с экрана сопряжено с воздействием комплекса "факторов риска": изменениям в зрительной системе [29] напряжение мышц спины и плечевого пояса [28, 29], изменения функционального состояния сердечно-сосудистой и автономной нервной систем [15].

Замечено, что чтение с бумаги и чтение с экрана монитора различаются по окулomotorной активности [20, 27]. При этом наибольшее влияние оказывали визуальные характеристики текста (размер шрифта, междустрочный интервал, контрастность букв и т.д.) и опыт работы с электронными носителями [21]. Предполагается, что на движения глаз на ранних этапах становления навыка чтения может оказывать влияние психо- и морфофункциональная сложность текста. В исследованиях с участием взрослых показано влияние «сложности» текста на скорость чтения, продолжительность фиксаций, амплитуду саккад и процент регрессов [18, 23, 24, 25].

Значительное влияние на формирование функционального состояния ребенка оказывает адекватность выполняемой деятельности. Достижение того или иного уровня функционирования организма или его определенных систем обеспечивается благодаря деятельности механизмов регуляции и управления, которые у детей младшего школьного возраста недостаточно сформированы [16].

Особое место в оценке функционального состояния детей отводится регуляции сердечного ритма, отражающей особенности взаимодействия различных контуров управления. Вариабельность сердечного ритма является индикатором адаптационных процессов и позволяет провести оценку состояния автономной нервной системы [12, 26].

В связи с этим целью настоящего исследования является изучение особенностей автономной нервной регуляции сердечного ритма при чтении текстов различной сложности с экрана монитора и их взаимосвязь с показателями движения глаз у детей 7-8 лет.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в образовательном учреждении г. Москвы. В исследовании приняли участие 19 школьников первых классов (средний возраст – 8.2 лет). Все дети, согласно данным медицинских карт, относились к I-II группам здоровья. Исследование проводили с письменного разрешения родителей в пер-

вой половине дня (с 9 до 13 часов), в период наиболее успешной когнитивной деятельности. Этические принципы исследования согласованы с Ученым советом ФГНУ «Институт возрастной физиологии» РАО.

Исследование движений глаз при чтении проводилось на установке EyeGaze Analyzing System фирмы «Interactive Minds». Методика основана на бинокулярной регистрации окуломоторной активности при помощи метода видеорегистрации с элементами фотоэлектрического метода. Поставляемая в комплекте с установкой программа NYAN (версия 1.3.0.20), учитывая угол видеокамеры относительно вектора прямого взгляда, рассчитывает экранную позицию, в которую направлен взгляд, по результатам калибровки на основании x и y компонент смещения коронарного блика. Скорость съемки каждой видеокамеры (частота опроса) составляет 60 Гц. При переменном опросе частота составляет 120 Гц (~1 кадр в 8 мс). Средняя ошибка составляет 0.45^0 (0.38см на экране). Минимальная продолжительность фиксации, регистрируемых установкой – 50 мс.

Для исследования автономной нервной регуляции сердечного ритма проводилась регистрация электрокардиограммы (ЭКГ с помощью прибора «Полиспектр-12» (Иваново, Россия)).

Анализ кардиоинтервалограмм проводили методами временного и спектрального анализа ВРС. Статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов при проведении временного анализа ВРС включали вычисление следующих показателей: RRNN,мс – средняя длительность нормальных интервалов RR; SDNN, мс – стандартное отклонение величин нормальных интервалов RR за рассматриваемый временной отрезок; RMSSD,мс – квадратный корень из суммы квадратов разностей величин последовательных интервалов NN; pNN₅₀% - процент NN₅₀ (NN₅₀ – количество пар последовательных интервалов NN, различающихся более, чем на 50 мс в течение всей записи) от общего количества последовательных интервалов, полученный за весь период записи; CV,% – коэффициент вариации [12].

При проведении спектрального анализа ВРС оценивали следующие параметры спектрограммы: HF (мс², п.у., %) – мощность спектра в диапазоне высоких частот (0,15-0,4 Гц); LF (мс²,п.у.,%) – мощность спектра в диапазоне низких частот (0,04-0,15Гц); TP (мс²) – общая мощность спектра или полный спектр частот, характеризующих ВРС. Это мощность спектра в диапазоне от 0,003 до 0,4 Гц; LF/HF – отношение низкочастотной составляющей спектра к высокочастотной [12].

Исследование проводилось с каждым ребенком индивидуально. Проводилась одновременная регистрация окуломоторной активности и ЭКГ во время чтения. Обследуемый садился перед экраном установки, при этом регулировалась высота стула и расстояние до экрана. Расстояние между обследуемым и экраном установки составляло 50-55 см, угловой размер прописных букв - 0.32^0 (19.2 угл.мин.), что соответствует нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Запись ЭКГ осуществлялась во II стандартном отведении в следующей последовательности: 1) фон; 2) чтение простого текста; 3) ответы на вопросы по содержанию простого текста; 4) восстановление; 5) чтение сложного текста; 6) ответы на вопросы по содержанию сложного текста; 7) восстановление. Во всех экспериментальных ситуациях анализировалась 5-минутная запись ЭКГ.

Окуломоторная активность регистрировалась в экспериментальных ситуациях 2 и 5.

Степень восприятия и понимания текстов детьми оценивалась в баллах (по 5-бальной системе). Средняя продолжительность чтения текста составляла от 3 до 5 минут. Продолжительность опроса также составляла от 3 до 5 минут.

Все анализируемые данные ВРС значимо не отклонялись от нормального распределения (критерий Колмогорова-Смирнова). Для приближения распределения значений показателей ВРС к нормальному распределению применялось логарифмическое преобразование. Для проверки статистических гипотез исследования использовался дисперсионный анализ (ANOVA), t-тест Стьюдента, непараметрический критерий Манна-Уитни. Выявление степени влияния фактора «сложность текста» осуществлялось при помощи факторного дисперсионного анализа (General Linear Model). Для исследования структуры взаимосвязей показателей окуломоторной активности в процессе чтения текстов различной сложности и параметров variability сердечного ритма применялся корреляционный анализ, который проводился с вычислением линейной корреляции Пирсона.

Таблица 1

Значимые морфо- и психолингвистические свойства текстов, используемых в исследовании

№ Текста	Сложность текста	Количество предложений	Количество символов	Среднее количество слов в предложении	Среднее количество букв в слове
Текст 1	Простой	34	820	5.38	4.48
Текст 2	Сложный	15	843	11.67	4.82
№ Текста	Среднее количество слогов в слове	Среднее количество букв в слоге	Количество лемм	Отношение кол-ва лемм к кол-ву слов (%)	% абстрактных слов
Текст 1	1.93	2.25	111	60.66	0
Текст 2	2.05	2.29	117	66.86	0.57
№ Текста	% сложно-подчиненных предложений	% сложных предложений	% кратких прилагательных	% глаголов в личной форме	% местоименных-существительных
Текст 1	5.88	29.41	1.09	18.58	11.48
Текст 2	6.67	40	1.14	17.14	4
№ Текста	Коэффициент Колема-на-Лиау	(Коэффициент Флеша-Кинкэйда	Коэффициент Флеша, скорректированный для русского языка		
Текст 1	5.02	9.27	73.0		
Текст 2	10.0	13.17	55.47		

Представленные результаты основаны на статистически значимых данных с уровнем значимости не ниже $p \leq 0.05$.

Стимульный материал

Выбор стимульного материала являлся отдельной методической задачей. При выборе и составлении текстов в работе использовалось понятие «сложность текста», которая диктуется не только морфо-лингвистическими, но психолингвистическими факторами [9, 10, 13].

Проведенный математико-статистический анализ [6] позволил выявить основные значимые морфо- и психолингвистические показатели, характеризующие фактор «сложность текста». Для этого отобран комплекс критериев, таких как: количественные характеристики текста и слов, количество лемм и абстракций, процент кратких прилагательных, глаголов в личной форме, местоимений-существительных, сложноподчиненных предложений и сложных предложений, коэффициент Колемана-Лиану, возрастной уровень, необходимый для понимания оцениваемого текста - коэффициент Флеша-Кинкэйда, коэффициент Флеша, скорректированный для русского языка (по [13]).

Таким образом, было подготовлено 2 варианта текстов различной сложности.

Пространственно-временные параметры движений глаз

В настоящей работе анализировались следующие параметры окулomotorной активности детей при чтении:

1. Средняя продолжительность прогрессивных фиксаций (мс) – базовый параметр окулomotorной активности глаз. Продолжительность фиксации – это время, которое тратится на восприятие, обработку единичного визуального стимула и выработку последующей окулomotorной стратегии - характеризует скорость анализа стимула и синтеза окулomotorной стратегии. Визуальным стимулом может служить как слово или слова целиком, так и отдельный символ, в зависимости от степени развития читательского навыка.

2. Средняя продолжительность установочных фиксаций (мс) – фиксаций, которые совершаются после поисковых операций по тексту, таких как определение начала строки. Характеризуют длительность процесса смены режима восприятия – от восприятия собственно графического представления текста (его границ) к восприятию текстовой информации.

3. Средняя продолжительность строковых фиксаций (мс) – фиксаций, фиксаций, которые совершаются во время поисковых операций по тексту. Характеризуют скорость восприятия собственно графического представления текста.

4. Средняя амплитуда прогрессивных саккад (угл.гр.) – среднее расстояние между двумя последовательными фиксациями, расположенными по ходу текста - характеризует объем оперативной памяти, сформированность навыка опознания символов или групп символов.

5. Средняя амплитуда регрессивных саккад (угл.гр.) – среднее расстояние между фиксацией и последующей фиксацией, выполненной против хода чтения.

6. Процент регрессивных саккад (%) или процентное соотношение прогрессивных и регрессивных саккад (процент регрессов) – расчетный параметр, явля-

ющийся соотношением количества регрессов к общему количеству саккад в тексте, характеризует объем ошибок восприятия.

7. Общее время чтения (c) – время, за которое испытуемый прочитывает весь текст; определяется как сумма всех фиксаций.

8. Скорость чтения (символов в секунду) – расчетный параметр, характеризует скорость прочтения буквенных символов. Рассчитывается по формуле: $Ug = Ns / t$, где Ug – скорость чтения; Ns – общее количество букв в тексте; t – общее время чтения.

9. Количество прогрессивных фиксаций на элементы текста (букву/слог/слово). Характеризует среднее количество прогрессивных фиксаций на букву, слово или слог, показывает, какая минимальная единица текста преобладает при чтении и характеризует объем оперативной памяти. Рассчитывается по формуле: $Se = So / n$, где Se - количество фиксаций на элемент; So - общее количество прогрессивных фиксаций; n - количество элементов текста (букв, слогов, слов).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Особенности окулomotorной активности у детей первых классов в процессе чтения текстов различной сложности

Основные характеристики параметров окулomotorной активности представлены в таблице 2.

Продолжительность прогрессивных фиксаций, т.е. фиксаций, во время которых воспринимается основная информационная составляющая текста, составляет в среднем 430-450 мс и в простом, и в сложном текстах. Тогда как в исследованиях, в которых принимали участие взрослые, средняя продолжительность фиксаций составляла 200-250 мс [1,3,24]. Результаты анализа не выявили достоверного влияния фактора «сложность» текста на данный показатель окулomotorной активности ($F=(1, 35) 0.43, p=0.516$). При этом отмечена высокая неоднородность значений данного показателя ($V>55\%$). В литературе [24] отмечается более стабильная продолжительность фиксаций при чтении взрослыми. Данный факт говорит о том, что первоклассников процесс восприятия смыслового содержания воспринимаемой единицы текста крайне не стабилен, процессы лексического доступа находятся в стадии формирования, поэтому наиболее часто встречающиеся визуальные стимулы обрабатываются быстрее. Влияние частотности слов отмечаются и у взрослых, однако, согласно результатам исследования, на раннем этапе формирования навыка такие различия продолжительности фиксаций более выражены.

Анализ средней продолжительности установочных и строковых фиксаций выявил их значимое отличие ($p<0.05$ и $p<0.001$, соответственно) от прогрессивных. Продолжительность установочных фиксаций, совмещающих окончание поискового процесса и начало процесса восприятия текстового материала, ненамного больше прогрессивных и составляет в среднем 490-500 мс. Продолжительность строковых фиксаций, совершаемых в процессе перевода взгляда от начала одной строки к началу другой, почти в 2 раза меньше прогрессивных и составляет в среднем 220 мс. Оценка коэффициента вариации показывает однородность ($V=10-20\%$) и установочных, и строковых фиксаций, что может свидетельствовать об

устоявшихся паттерне операции поиска начала строки. В тоже время, анализ влияния фактора «сложность» текста не выявил достоверных различий данных показателей окулomotorной активности при чтении простого и сложного текста. Степень влияния фактора «сложность» текста на продолжительность установочных фиксаций - $F=(1, 35) 0.05$, $p=0.827$, на продолжительность строковых фиксаций - $F=(1, 35) 0.06$, $p=0.813$).

Таблица 2

*Показатели окулomotorной активности
при чтении текстов различной сложности*

Параметры	Сложность текста		Значимость различий
	Простой текст M±m, V%	Сложный текст M±m, V%	
Средняя продолжительность прогрессивных фиксаций (мс)	433.68 ±16.96, 56.37	450.91 ±20.17, 58.23	p>0.05
Средняя продолжительность установочных фиксаций (мс)	497.39 ±24.73, 11.68	489.68±24.83, 12.34	p>0.05
Средняя продолжительность строковых фиксаций (мс)	222.29 ±7.19, 20.34	219.41 ±9.81, 18.36	p>0.05
Средняя амплитуда прогрессивных саккад (угл.град)	1.33 ±0.05, 48.85	1.26 ±0.06, 54.25	p>0.05
Средняя амплитуда регрессивных саккад (угл.град)	1.14 ±0.03, 61.06	1.12 ±0.05, 63.85	p>0.05
Процент регрессов (%)	13.52 ±0.82, 25.83	14.13 ±0.72, 42.56	p>0.05
Время чтения (с)	4.18 ±0.24, 24.39	4.68 ±0.29, 20.98	p>0.05
Скорость чтения (символов в секунду)	3.52 ±0.25, 29.82	3.26 ±0.26, 25.26	p>0.05
Количество фиксаций на букву	0.51 ±0.02, 15.04	0.57±0.03, 18.34	p<0.05
Количество фиксаций на слог	1.18±0.04, 15.04	1.33 ±0.06, 18.34	p>0.05
Количество фиксаций на слово	2.28 ±0.08, 15.04	2.72 ±0.12, 18.34	p<0.01
Средний балл понимания текста	72.16 ±5.40, 31.76	67.83 ±7.0, 32.65	p>0.05

M – средняя, m – ошибка средней, V% - коэффициент вариации, выраженный в процентах.

Количество регрессивных саккад составляет в среднем 13-14% при чтении и простого, и сложного текста, что согласуется с данными предыдущих исследований [7, 22]. В тоже время, стоит отметить большую вариативность данного показателя окулomotorной активности при чтении сложного текста (V=42.56%), чем при чтении простого (V=25.83%). Результаты анализа не выявили достоверного различия по количеству регрессов между чтением простого и сложного текста ($F=(1, 35) 0.31$, $p=0.581$).

Время чтения и простого, и сложного текста составляло 4.2-4.7 минуты и средне варьировалось внутри выборки ($V=20-25\%$). Несмотря на то, что длина сложного текста составляла на 20 символов больше, различий по данному показателю факторный анализ не выявил ($F=(1, 35) 1.80, p=0.189$). Скорость чтения у первоклассников составляет 3.52 символа в секунду при чтении простого текста и 3.26 символа в секунду при чтении сложного текста и достоверно не различается ($F=(1, 35) 0.53, p=0.472$). Вариация данного показателя окулomotorной активности средняя ($V=25-30\%$).

Результаты нашего исследования показали, что у первоклассников преобладает послоговое чтение. Такой вывод следует из данных таблицы 2, в которой показано, что среднее количество фиксаций на слоге близко к единице (1.18 и 1.33, соответственно, в простом и сложном тексте). Поэтому данный показатель необходимо рассматривать как прерогативный. Литературные данные и анализ чтения вслух также показывают, что по мере формирования навыка чтения минимальная воспринимаемая единица информации увеличивается от одной буквы до одного и более слов. Коэффициент вариации по данному показателю показывает среднюю вариативность единицы восприятия текстовой информации ($V=15-20\%$). Поскольку единицей восприятия первоклассников является слог, в сложном тексте ученики совершают больше фиксаций на одном слове ($F=(1, 35) 9.07, p=0.005$), которое в среднем длиннее (см. Табл. 1). В тоже время, факторный анализ не выявил достоверного различия между чтением простого и сложного текста по показателю «количество фиксаций на слог».

Также не выявлено влияния фактора «сложность» текста на амплитуды прогрессивных ($F=(1, 35) 0.79, p=0.380$) и регрессивных саккад ($F=(1, 35) 0.11, p=0.739$). Средняя амплитуда прогрессивных саккад составила 1.26-1.33 угловых градуса, а регрессивных - 1.12-1.14 угловых градуса. Также как и показатель «количество прогрессивных фиксаций на слог», амплитуда прогрессивных саккад свидетельствует о послоговом чтении у первоклассников.

Анализ опроса, определяющего степень понимания учениками первого класса смысла текста и запоминания конкретных данных, показал, что в среднем простой текст воспринимался на 72.2%, а сложный – на 67.8%. Однако, достоверных различий между чтением простого и сложного текста по уровню восприятия и запоминания текстовой информации не наблюдается ($F=(1, 35) 0.24, p=0.625$). В тоже время отмечена высокая вариативность данного показателя ($V=31-33\%$).

Выявленные особенности параметров окулomotorной активности, таких как большая продолжительность фиксаций, послоговое чтение, малая амплитуда саккад, отсутствие различий при чтении простого и сложного текста, высокий процент регрессивных саккад - вполне объяснимы, поскольку ребенок находится на раннем этапе формирования навыка чтения. Основное значение на данном этапе придается становлению графемно-морфемных связей, формированию внимания и рабочей памяти, а механизмы реализации этих процессов в 5-6 лет еще несовершенны [2]. Также на показатели движений глаз влияет недостаточная сформированность оптокинетиического аппарата и нейрофизиологических механизмов, ответственных за собственно глазодвигательную активность. Несформированность избирательного внимания и зрительно-пространственного восприятия затрудняет процессы лексического доступа, увеличивая время фиксации. Недостаточное развитие графемно-фонемных связей, зрительной памяти, малый понятийный сло-

варь затрудняет восприятие слова и текста в целом, что ведет к увеличению продолжительности фиксации, уменьшению единицы воспринимаемой информации, повышению частоты регрессов, низкому уровню понимания стимульного материала.

Особенности автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7-8 лет в процессе чтения текстов различной сложности

Чтение представляет собой сложную когнитивную деятельность и на начальных этапах обучения связано со значительным функциональным напряжением.

Как показали результаты исследования (табл.3.), анализ вегетативного обеспечения сердечного ритма в состоянии спокойного бодрствования демонстрирует у большинства детей 7-8 лет преобладание влияния парасимпатической нервной системы (84,0% случаев фоновая ваготония покоя), что уже отмечалось ранее [4] и рассматривается в литературе как отражение хорошего физического состояния и стрессоустойчивость организма [12, 19]. Указанные изменения обусловлены тем, что в младшем школьном возрасте 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 [17].

Практически у всех детей исследуемой выборки суммарная мощность спектра в диапазонах низких и высоких частот доминировала над величинами мощности спектра в очень низкочастотном диапазоне, что свидетельствует о преобладании модулирующего симпатопарасимпатического регуляторного влияния [12].

Проведенная оценка характера изменений автономных нервных регуляторных воздействий на ритм сердца у детей 7-8 лет при чтении текстов разной сложности с экрана монитора выявила некоторые особенности. Чтение с экрана – это особый вид когнитивной деятельности, требующий вовлечения значительных интеллектуальных и физических ресурсов организма и если предположить, что сложность читаемого текста может существенно изменять функциональное состояние организма первоклассника.

Как показали результаты исследования, в процессе чтения простого текста у детей ослабевают центральные влияния на СР (снижаются значения очень низкочастотного показателя VLF $m^2(t(18)=3,838, p=0,011)$ и изменяются параметры, характеризующие активность парасимпатического отдела АНС также в сторону снижения (HF $(t(18)=2,744, p=0,021; pNN_{50}$ $(t(18)=3,781, p=0,001; RMSSD$ $(t(18)=3,297, p=0,004)$, что закономерно отражается на снижении общей мощности спектра ($TP(t(18)=2,744, p=0,021)$ и смещении вегетативного баланса в сторону симпатизации (LF/HF $(t(18)=2,744, p=0,021)$). При этом показатели, характеризующие активность симпатической нервной системы значимо изменяются только в процентном отношении ($LF\%$, $t(18)=-7,410, p=0,0001$). Снижение парасимпатической активности вполне закономерно и адекватно предъявляемой нагрузке ввиду достаточно высокого исходного уровня этих влияний.

Метод временного и спектрального анализа ВРС в процессе чтения сложного текста также выявил снижение активности парасимпатической нервной системы, но менее выраженное, чем при чтении простого текста. Отсутствие выраженной реакции в целом по группе при чтении текста повышенной сложности, скорее

всего, обусловлено индивидуальными реакциями детей. Как показал анализ наших данных, дети демонстрировали разнонаправленную реакцию: в 66,7% случаев отмечается снижение активности парасимпатической нервной системы, а в 33,3% - незначительное смещение вегетативного баланса в сторону симпатизации. Следует отметить, что эти изменения происходят за счет «включения» и симпатической и парасимпатической систем.

Таблица 3

Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма у детей 7-8 лет в покое и при чтении текстов разной сложности и в период восстановления (M±m)

Показатели		Группа/ период исследования				
		7-8 лет (n=19)			7-8 лет (n=19)	
		Исх.сост.	Чтение простого текста	Восстановление	Чтение сложного текста	Восстановление
Временные характеристики	RRNN	654,89 ±77,24	596,21* ±10,45	668,1053 ±15,12	603,42 ± 10,85*	676,42 ±14,76
	SDNN	67,58 ±31,44	46,89* ±3,55	63,63 ± 5,24	56,63# ±4,74	83,63 ±16,13
	RMSSD	61,31 ±38,79	35,31 ±3,28	56,16 ± 6,60	46,95 ±5,79	80,37* ±18,38
	pNN50	27,72 ±21,19	12,61 ±2,17	29,05 ±4,71	15,49* ±2,23	27,90 ±3,98847
	CV	10,074 ±3,84	7,79 ±0,51	9,54 ±0,57	9,49 ±0,68	12,13 ±2,24
Спектральные характеристики	LF/HF	0,89 ±0,75	1,78 ±0,21	1,31 ±0,26*	1,36 ±0,14	0,91 ±0,10*
	TP	6520,10± 1187,87	3579,42* ±567,63	5963,37 ±860,68	4520,16* ±610,08	11047,79 ±4486,65
	VLF mc ²	1830,95 ±333,05	774,58* ±102,42	1410,2105 ±204,60	1142,37 ±171,06	1804,10 ±400,45
	LFmc ²	1682,00 ±289,45	1592,68 ±223,51	2013,05 ±377,01	1792,84 ±274,00	3339,68 ±1272,45
	HFmc ²	3007,21 ±839,64	1212,05* ±294,88	2540,10 ±560,13	1585,16 ± 315,94	5904,16* ±2846,55
	VLF %	32,21 ±3,81	23,31 ±2,06	26,89 ±3,23	28,26 ±3,21	26,89 ±3,05
	LF %	27,26 ±2,35	46,58* ±1,83	34,63 ±3,29	39,53 ±2,39	32,21 ±1,80
	HF %	40,68 ±3,88	30,21 ±2,23	38,47 ±3,90	32,42# ±2,31	40,95 ±3,39

*Примечания: * - значимые различия показателей по сравнению с исходным состоянием (в случае простого текста, в случае сложного текста к исходному состоянию мы относили период восстановления после чтения простого текста, (при p ≤ 0,05) по t-критерию Стьюдента.*

Более выражены эти особенности проявились после чтения, когда дети отвечали на вопросы по содержанию текста. Хорошо известно, что смысловые трудности (изолированно или сочетанно с нарушениями техники чтения) встречаются у первоклассников достаточно часто [8,14], а уровень понимания, и характер смысловых ошибок зависит от способа и скорости чтения [5]. Понимание прочитанного требует от первоклассников значительных усилий, поскольку идет процесс формирования навыка чтения.

Как показал проведенный анализ опроса, определяющий степень понимания учениками первого класса смысла текста и запоминания конкретных данных, в среднем простой текст воспринимался на 72.2%, а сложный – на 67.8%. При этом отмечена высокая вариативность данного показателя ($V=31-33\%$).

Анализ индивидуальных данных в зависимости от смещения вегетативного показателя (LF/HF) при ответах на вопросы по содержанию текста (рис.1) позволил разделить детей на несколько групп: в первую вошли дети, у которых отмечается рост показателя LF/HF, по сравнению с нагрузкой (42,0% - простой, 58,0% - сложный), во вторую - дети со снижением показателя LF/HF, по сравнению с состоянием во время чтения (52,6% - простой; 31,6% - сложный), у третьей группы показатель LF/HF не изменяется (5,4%; 10,4% соответственно).

А

Б

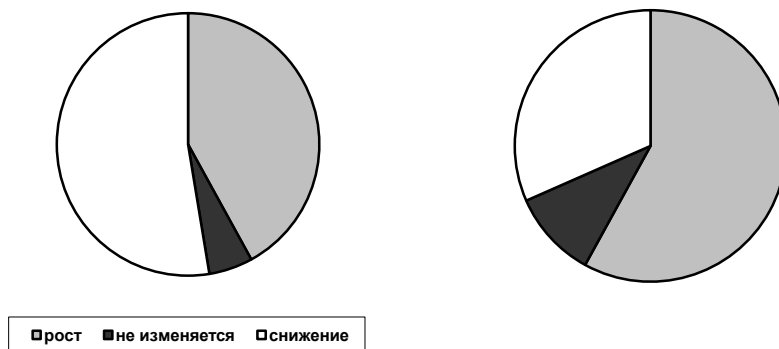


Рис. 1. Разброс индивидуальных данных по показателю вегетативного баланса (LF/HF): А – простой текст; Б – сложный текст.

Период восстановления после чтения и ответов на вопросы по содержанию текстов также различается в зависимости от сложности (табл.3). Практически все показатели сердечного ритма в первом случае (простой текст) возвращаются к исходному уровню, что не наблюдается по результатам сложного текста. Большинство временных и все спектральные показатели в абсолютных единицах ВРС на протяжении периода восстановления держатся на повышенном уровне. Сложно сказать является ли это утомлением после работы над сложным текстом? Можно предположить, что это общая утомляемость по результатам проведенного эксперимента, поскольку выявлены взаимосвязи, свидетельствующие о том, что окуло-

моторная активность при чтении сложного текста зависит от функционального состояния детей до чтения.

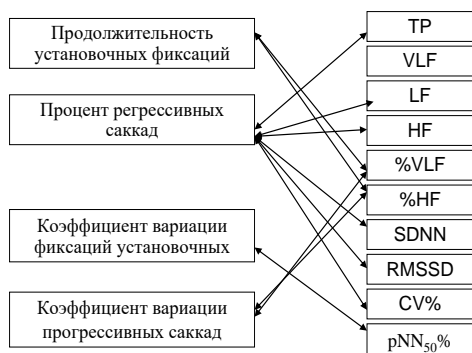
Таким образом, наше предположение о том, что сложность текста существенно изменяет функциональное состояние организма первоклассника в ходе проведенного исследования подтверждается. Характер вегетативной нервной регуляции сердечного ритма при чтении текста разной сложности определяется в первую очередь индивидуальными особенностями ребенка и сформированностью навыка чтения.

Взаимосвязи показателей вегетативной нервной регуляции сердечного ритма и параметров окуломоторной активности в процессе чтения текстов различной сложности у детей 7-8 лет

Данные о связях между показателями окуломоторной активности и параметрами ВРС получены с помощью оценки корреляционной связи.

Анализ коэффициентов корреляции исследуемых показателей свидетельствует о том, что теснота корреляционных связей по своей структуре и количеству значимых коэффициентов корреляций имеет свои особенности в зависимости от сложности читаемого детьми текста (рис. 2 А, Б).

А



Б

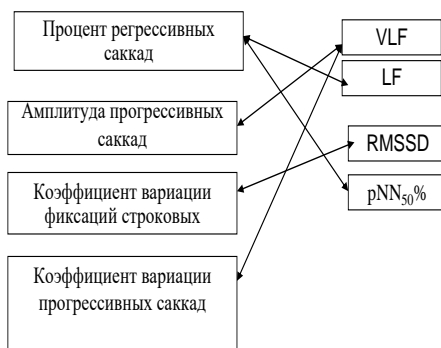


Рис. 2. Взаимосвязи между показателями вегетативной нервной регуляции сердечного ритма и параметрами окуломоторной активности у детей 7–8 лет при чтении простого (А) и сложного (Б) текстов, при $p < 0,05$.

Как видно из рис. 2 структура взаимосвязей между анализируемыми показателями при чтении простого текста характеризуется большим числом значимых связей.

При чтении и простого, и сложного текста выявлены корреляции между показателями ВРС разной природы и процентом регрессионных саккад, характеризующим объем ошибок восприятия, при этом количество и степень тесноты связей выше в случае простого текста ($r=0,521-0,577$ (простой); $r=0,473-0,498$ (сложный)).

Следует отметить, что коэффициент вариации прогрессивных саккад и амплитуда прогрессивных саккад, характеризующий объем оперативной памяти, опознание символов в случае сложного текста образует прямые связи с показателем, отражающим состояние нейрогуморального и метаболического уровня регуляции (VLF, $r=0,476-0,592$), а в случае простого текста – обратные (%VLF, $r=-0,471$) и подкрепляется влияниями парасимпатической нервной системы (HF, $r=0,522$). Большая вариативность показателя прогрессивных саккад окуломоторной активности отмечается при чтении сложного текста ($V=42.56\%$).

В связи с этим вполне закономерно, что в случае сложного текста отмечается взаимосвязь с метаболическим уровнем регуляции, который играет важную роль в формировании колебаний ритма сердца в VLF диапазоне при эмоциональном возбуждении, и зависит от индивидуальных особенностей человека [11].

Анализ параметров окуломоторной активности показал, что продолжительность прогрессивных саккад меньше, чем продолжительность установочных фиксаций, совмещающих окончание поискового процесса и начало процесса восприятия текстового материала.

В случае простого текста выявлены взаимосвязи между показателями ВРС и продолжительностью установочных фиксаций, которая отражает длительность процесса смены восприятия. Переход от графического восприятия к восприятию текстовой информации связан с очень низкочастотным показателем (%VLF, $r=0,498$) и образует обратную зависимость с высокочастотным (%HF, $r=-0,483$).

Несмотря на то, что в случае сложного текста выявлено меньшее количество связей между исследуемыми показателями ВРС и движений глаз, важно отметить, что понимание сложного текста находится в прямой зависимости от функционального состояния детей до чтения (TP, SDNN, CV $r=0.546-0.560$, $p<0,05$).

Таким образом, повышение психо- и морфолингвистической сложности текстового материала сопровождается снижением степени тесноты связей между показателями окуломоторной активности и показателями регуляции сердечного ритма, а понимание сложного текста находится в прямой зависимости от функционального состояния детей до чтения.

ВЫВОДЫ

1. На начальных этапах формирования навыка чтения влияние морфо- и психолингвистической сложности текста на параметры окуломоторной активности не существенно. Это связано с тем, что при чтении преобладающим процессом у первоклассников является установление буквенно-слоговых графемно-фонемных связей. При этом морфологические характеристики отдельных слов, построение взаимосвязей между частями предложения, общая смысловая сложность текста не влияет на скорость восприятия отдельных элементов текста и общую стратегию чтения.

2. Вегетативное обеспечение сердечного ритма в состоянии спокойного бодрствования у большинства детей 7-8 лет характеризуется преобладанием влияний парасимпатической нервной системы.

3. Реакция вегетативной нервной системы детей при чтении простого текста характеризуется выраженным снижением активности парасимпатической нервной системы по данным регуляции сердечного ритма.

4. Характер вегетативной нервной регуляции сердечного ритма при чтении текста разной сложности определяется в первую очередь индивидуальными особенностями ребенка.

5. Повышение психо- и морфолингвистической сложности текстового материала сопровождается снижением степени тесноты связей между показателями окулomotorной активности и показателями регуляции сердечного ритма, а понимание сложного текста находится в прямой зависимости от функционального состояния детей до чтения.

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ №16-06-00799а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабанщиков, В.А. Окулomotorные структуры восприятия. / В.А. Барабанщиков. – М.: Издательство "Институт психологии РАН", 1997. – 384 с.

2. 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.

3. Белопольский, В.И. Взор человека. Механизмы, модели, функции. / В.И. Белопольский. – М: Институт психологии РАН, 2007. – 415 с.

4. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей 8 лет / С.Б. Догадкина // Новые исследования. – 2011. – № 1 (34). – С. 101-108.

5. Егоров Т.Г. Психология овладения навыком чтения / Т.Г. Егоров. – СПб.: КАРО, 2006. – 304 с.

6. Иванов, В.В. К вопросу о возможности использования лингвистических характеристик сложности текста при исследовании окулomotorной активности при чтении у подростков / В.В. Иванов // Новые исследования. – 2013. – № 1 (34). – С. 42-50.

7. Иванов, В.В. Особенности окулomotorной активности у детей младшего школьного возраста в процессе чтения текстов различной сложности [Текст]: дис. ... кандидата биологических наук: 19.00.02: защищена 10.04.2015: утв. 17.07.2015 / В.В. Иванов. – Архангельск, 2015. – 177 с.

8. Киселева В.С. «Смешная» дислексия и ее взаимосвязь с особенностями развития кратковременной зрительной памяти и устной речи / В.С. Киселева // Сибирский педагогический журнал. – 2010. – N 4. – С. 255-266.

9. Криони, Н.К. Автоматизированная система анализа сложности учебных текстов / Н.К. Криони, А.Д. Никин, А.В. Филиппова // Вестник УГАТУ: науч. Журнал Уфимского гос. авиац. техн. ун-та. – 2008. – Т. 11, № 1 (28). – С. 101-107.

10. Кутузов, А.Б. Методики определения сложности текста в рамках переводческого анализа / А.Б. Кутузов // Вестник Нижегородского государственного лингвистического университета им. Н.А. Добролюбова. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – Вып. 4. – Нижний Новгород: НГЛУ, 2009. – С. 30-36.

11. Машин В.А. Психическая нагрузка, психическое напряжение и функциональное состояние операторов систем управления // Вопросы психологии. – 2007. – № 6. – С. 86.

12. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения / В.М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
13. Оборонева, И.В. Автоматизированная оценка сложности учебных текстов на основе статистических параметров: дис. ... канд. пед. наук / И.В. Оборонева. – М., 2006. – 120 с.
14. Плахова Т.Н. Особенности дошкольного читательского опыта детей с дислексией // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. – Т. 15, N 2. – С. 325-329.
15. Пономарева, Т.А. Срочная адаптация системы кровообращения детей младшего школьного возраста к работе на компьютере. Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.А. Пономарева. – М., 2005. – 20 с.
16. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Изд-во МПСИ; Воронеж: Изд-во НПО "МОДЭК", 2009. – 432 с.
17. Шварков, С.Б. Синдром вегето-сосудистой дистонии у детей и подростков: дис. ... докт. мед. наук / С.Б. Шварков. – М., 1993. – 264 с.
18. Carpenter, P.A. Lexical retrieval and error recovery in reading: A model based on eye fixations / P.A. Carpenter, M. Daneman // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. – 1981. – Vol. 28. – P. 138-160.
19. Dietrich A, Rosmalen J., Althaus M., van Roon A., Mulder L. et al. Reproducibility of heart rate variability and baroreflex sensitivity measurements in children/ *Biol Psychol*. – № 1. – P. 71-78.
20. Dillon, A. Reading from paper versus screens: a critical review of the empirical literature / A. Dillon // *Ergonomics*. – 1992. – Vol. 35(10). – P. 1297-1326.
21. Dyson, M.C., Haselgrove, M. The influence of reading speed and line length on the effectiveness of reading from screen / M.C. Dyson, M. Haselgrove // *International Journal of Human Computer Studies*. – 2001. – Vol. 54(4). – P. 585-612.
22. McConkie, G.W. et al. Children's eye movements during reading / G.W. McConkie, D. Zola, J. Grimes, P.W. Kerr, N.R. Bryant, P.M. Wolf // *Vision and visual dyslexia*. Eds. J. F. Stein. – London: Macmillan Press, 1991. – P.251-262.
23. Pollatsek, A. Eye movements and lexical access in reading / A. Pollatsek, K. Rayner // *Comprehension processes in reading*. Eds. M. Coltheart. – Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990. – P.43-164.
24. Rayner, K. Eye movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research / K. Rayner // *Psychological Bulletin*. – 1998. – Vol. 124/3. – P.372-422.
25. Rayner, K. Models of the reading process / K. Rayner, E.D. Reichle // *Wiley Interdiscip Rev. Cogn. Sci*. – 2010. – Vol. 1, № 6. – P.787-799.
26. 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.
27. Siegenthaler, E., Wurtz, P., Groner, R. 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.
28. Straker L. Children's Posture and Muscle Activity at Different Computer Display Heights and During Paper Information Technology Use / L. Straker, R. Burgess-Limerick, P. Pollock et al. // *Human Factors*. – 2008. – Vol.50. – №1. – P. 49-61.

29. Talwar R.A Study of Visual and Musculoskeletal Health Disorders among Computer Professionals in NCR Delhi / R. Talwar, R. Kapoor, K. Puri et al. //Indian Journal of Community Medicine. – 2009. – Vol. 34, Issue 4. – P. 326-328.

АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И НЕЙРОЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ К НАГРУЗКАМ РАЗНОГО ВИДА У ПОДРОСТКОВ 12-14 ЛЕТ

А.Н. Шарапов, В.Н. Безобразова, С.Б. Догадкина¹,
Г.В. Кмить, Л.В. Рублева, И.В. Ермакова
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Россия, Москва

С целью оценки характера адаптации у подростков 12-14 лет проведен анализ реакций сердечно-сосудистой системы на нагрузки разного вида (динамическую физическую нагрузку, ортостатическое воздействие, умственную нагрузку). Показано, что наиболее высокими адаптационными возможностями обладают девочки, а также все подростки 14 лет с нормотоническим и парасимпатическим типом автономной нервной регуляции. Основными критериями успешности адаптации организма являются: тип автономной нервной регуляции сердечного ритма, высокая вариабельность сердечного ритма с преобладанием высокочастотного компонента, адекватная реакция вариабельности сердечного ритма на ортостатическое воздействие

Динамическая физическая нагрузка вызывает у детей 12-14 лет изменения биоэлектрической активности миокарда, существенное снижение длительности сердечного цикла, что связано со снижением тонуса блуждающих нервов и увеличением симпатических влияний на сердце при нагрузке. Однако, в возрасте 12 лет снижение длительности сердечного цикла происходило за счет уменьшения периода напряжения, а в 13-14 лет – не только за счет уменьшения периода напряжения, но и сокращения времени всех составляющих систолы.

Срочная адаптация кровообращения головного мозга к умственной нагрузке у большинства подростков 12-14 лет не сопровождалась напряжением механизмов регуляции мозгового кровообращения и носила благоприятный характер.

Утренняя концентрация ДГЭА в слюне зависит пола и биологического возраста испытуемых. Реакция мальчиков и девочек 12-14 лет на экспериментальную ситуацию (ортостаз+умственная нагрузка) не различается.

Ключевые слова: адаптация, подростковый возраст, сердечно-сосудистая система вегетативная нервная система, ДГЭА.

Adaptation of cardiovascular and neuroendocrine systems to loads of different types in 12-14-year-old adolescents. To assess the nature of adaptation in adolescents at the age of 12-14 years old there was held the analysis of reactions of the cardiovascular system to work loads of different types (dynamic exercises, orthostatic effects, mental workload). It is shown that girls have the highest adaptation capabilities, as well as all the adolescents aged 14 years old with normotensive type and parasympathetic nervous regulation. The main criteria for successful adaptation are the type of heart rate autonomic regulation, high heart rate variability with the predominance of high-

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

frequency component, adequate variability of heart rate response towards orthostatic effects.

Dynamic exercises performed by 12-14-year-old children caused changes in the bioelectric activity of the myocardium and significant cardiac cycle reduction, which is associated with decreased vagal tone and increased sympathetic effects on the heart during the exercise. At age of 12 cardiac cycle reduction results from the reduction of the stress period, whereas at the age of 13-14 it results not only from the reduced stress period, but also from the reduced systole.

Urgent adaptation of brain circulation to mental stress in most 12-14-year-old adolescents was not associated with tension of the regulation mechanisms of cerebral circulation.

Morning concentration of DHEA in saliva depends on gender and the biological age of the subjects. The reaction of the boys and girls aged 12-14 years old on to the experimental situation (orthostasis + mental load) does not differ.

Key words: *adaptation, adolescence, cordial-vascular system, autonomic nervous system, DHEA.*

Изучение адаптационных процессов у школьников подросткового возраста занимает важное место в физиологических и гигиенических исследованиях.

Подростковый возраст отличается повышенной восприимчивостью организма школьников к воздействию внешних факторов и разного вида нагрузок. Основным гормоном реакции на стрессовую ситуацию является кортизол, а дегидроэпандростерон противостоит его разрушительному воздействию. Соотношение ДГЭА/кортизол позволяет оценить успешность адаптации.

Сердечный ритм является индикатором состояния процесса адаптации у школьников, в связи с чем исследование вариабельности сердечного ритма имеет важное прогностическое значение при проведении профилактических здоровьесберегающих мероприятий в школе, а знание возрастно-половых особенностей вариабельности сердечного ритма, адаптационных возможностей ребенка является важнейшим направлением фундаментальных исследований в области здоровья и обучения детей.

В настоящее время большое значение приобретает изучение особенностей адаптации центрального отдела сердечно-сосудистой системы и кровообращения головного мозга школьников-подростков, поскольку этот возрастной период связан с процессами полового созревания, обуславливающим интенсивные изменения морфологии сердца, сосудов, структурные преобразования коры больших полушарий головного мозга и других мозговых структур.

В задачи исследований входило: комплексное изучение адаптационных реакций автономной нервной системы, центрального, мозгового кровообращения, кортизола и эпидегидростерона к нагрузкам разного вида у подростков 12-14 лет.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено комплексное обследование 40 детей 12-14 лет - учащихся школы №27 г.Москвы, Все обследованные дети, согласно данным медицинских карт, относились к I-II группам здоровья и имели физическое развитие, соответствующее

щее возрастным нормам. Исследование проводили в 3 учебной четверти в первой половине дня.

Оценивали биоэлектрические и сократительную функции миокарда, состояние сосудов головного мозга, определяли тип автономной (вегетативной) нервной регуляции сердечного ритма.

Функциональное состояние автономной (вегетативной) нервной системы (ВНС) оценивали с помощью методов временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма.

Для оценки симпато-парасимпатического баланса использовали отношение мощностей низкочастотного и высокочастотного диапазонов спектра (коэффициент LF/HF) [15, 29].

Для оценки адаптационных возможностей организма проводили ортостатическую пробу [15].

Возбудимость и проводимость миокарда изучались с помощью метода электрокардиографии. Амплитуда и длительность зубцов ЭКГ определялись в 12 общепринятых отведениях, длительность интервалов ЭКГ определялась по данным II стандартного отведения. Для изучения сократительной функции миокарда был применен метод поликардиографии. Запись поликардиограммы осуществлялась в положении исследуемого лежа, при задержке дыхания, после предварительного отдыха в течение 10 минут. Анализ поликардиограммы базировался на сопоставлении элементов записанных кривых во времени по методике В.Л. Карпмана [10].

Изучение мозгового кровообращения проводилось в положении испытуемого лежа. Использовался метод биполярной реоэнцефалографии [26]. Регистрация реоэнцефалограмм проводилась при помощи компьютерного реографа "Реоспектр" в бифронтальном (F-F) отведении, что позволяло получать информацию о кровообращении лобных областей больших полушарий головного мозга. В качестве функциональной пробы использовалась умственная нагрузка, которая заключалась в выполнении испытуемыми устного счета в течение 10 минут: давалось задание от 200 вычитать 7. Регистрация изучаемых параметров проводилась на следующих этапах эксперимента: в состоянии покоя, на 10-й минуте выполнения задания.

Для оценки реакции подростков на экспериментальную ситуацию (ортостаз + умственная нагрузка) определяли концентрацию кортизола и дегидроэпиандростерона (ДГЭА) в слюне в состоянии относительного покоя и сразу после завершения теста. Пробы слюны до проведения анализа хранили в морозильной камере при температуре -20°C . Концентрацию кортизола (нг/мл) и ДГЭА (пг/мл) определяли иммуноферментным методом с помощью стандартных диагностических наборов фирмы DRG International, Inc. на ИФА-анализаторе «Stat Fax 2100».

Все результаты были подвергнуты статистической обработке с помощью пакета программ «Статистика 6». Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента и непараметрическому критерию Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Подростки 12-14 лет по своему биологическому возрасту не являются однородной группой. Так, 40,00 % мальчиков и 6,67% девочек находились в начале

полового созревания (II-III стадии), 40,00 % мальчиков и 30,00 % девочек – на IV стадии и 63,33 % девочек – на V стадии пубертата. Уровень дегидроэпиандростерона (ДГЭА) – предшественника половых стероидов (тестостерона и эстрадиола) увеличивается по мере полового развития подростков [33, 38]. Среднее значение его базовой концентрации в утренней слюне в целом по группе составило $293,57 \pm 28,43$ пг/мл и колебалось от 79,27 пг/мл до 984,30 пг/мл. Сравнительный анализ показал, что у девочек концентрация ДГЭА значимо выше, чем у мальчиков ($348,98 \pm 28,58$ пг/мл против $240,61 \pm 27,83$ пг/мл; $p < 0,05$). Большую индивидуальную вариабельность этого стероида и связь его уровня с биологическим возрастом подтверждают результаты других исследователей [30, 31, 33, 34]. По нашим данным эта закономерность наиболее ярко проявляется у девочек: на V стадии пубертата концентрация ДГЭА была в 1,84 раза выше, чем на IV стадии. С помощью корреляционного анализа в целом по группе была выявлена взаимосвязь между уровнем ДГЭА и стадией пубертата ($r = 0,30$; $p < 0,05$), а также содержанием жировой массы тела ($r = 0,32$; $p < 0,05$). Широко известен антистрессовый эффект этого стероида, что позволяет организму противостоять разрушительному действию кортизола. Как видно из таблицы 1, испытуемые достоверно не различались по уровню ДГЭА до и после регистрации R-R- интервалов в покое и после ортостатического воздействия, хотя у девочек среднее значение этого показателя было выше, чем у мальчиков. Вероятно, более высокий уровень ДГЭА до и после влияния экспериментальной ситуации у девочек связан с биологическим возрастом. Реакция на экспериментальную ситуацию у подростков 12-14 лет по данным соотношения ДГЭА/кортизол примерно одинаковая.

Таблица 1

Концентрация ДГЭА у подростков 12-14 лет ($M \pm m$)

ДГЭА (пг/мл)	мальчики	девочки
утром	$240,61 \pm 27,83$	$348,98 \pm 28,58^*$
до обследования	$165,20 \pm 13,29$	$199,11 \pm 23,64$
после обследования	$171,92 \pm 14,02$	$212,72 \pm 26,62$
ДГЭА/кортизол	$0,11 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,03$

Примечание: * - достоверность различий между показателями у мальчиков и девочек.

Спектральный анализ ВРС выявил половые различия в значениях показателей спектрального анализа у детей начиная с 11 лет. В возрасте 14 лет отмечены достоверно более высокие значения низко- и высокочастотных показателей (LF ms^2 , HF ms^2) и TP (ms^2) у девочек по сравнению с мальчиками. Не выявлено половых различий в показателях очень высоких колебаний ВРС, выраженных в абсолютных и нормализованных единицах.

У мальчиков от 13 к 14 годам значимых изменений в показателях спектрального и временного анализа вариабельности сердечного ритма не произошло. Возможно сохранилось некоторое напряжение вегетативной нервной регуляции в этот период, связанное с усилением гормональных влияний на ВН, наблюдаемое с 13-летнего возраста (табл. 2). Наибольшее напряжение вегетативной нервной регуляции у девочек отмечено в 12-летнем возрасте, когда усиливается симпатическая активность и наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма оказывают гормональные влияния.

У девочек 14 лет в сравнении с 13-летним возрастом существенно увеличились показатели общей мощности плотности ВРС, за счет низко- и высокочастотных колебаний. Достоверно увеличились все показатели временного анализа ВРС.

Таким образом, исследование вариабельности сердечного ритма детей 12-14 лет в состоянии относительного покоя показало, что значения спектральных и временных показателей ВРС соответствуют таковым, приводимым в ряде исследований [6, 15 и др.] и указанным в международных стандартах [29]. У них выявлены достоверные половые различия в значениях частотных и временных показателей вариабельности сердечного ритма (ВРС). Более высокая суммарная активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм за счет достоверно более высоких величин показателей высокочастотных колебаний ВРС, у девочек 14 лет свидетельствуют о большей устойчивости девочек данного возраста к стрессирующим факторам в сравнении с мальчиками этого же возраста.

Ортостатическая проба является одним из наиболее простых и безопасных функциональных тестов, который позволяет оценить резервные возможности системы регуляции кровообращения. Исследование вариабельности сердечного ритма при ортостатической пробе позволяет получить информацию о состоянии различных звеньев регуляторного механизма и об общей адаптационной реакции организма.

Временной анализ ВРС выявил снижение показателей RMSSD и pNN50, отражающих активность парасимпатического звена автономной нервной системы и у мальчиков 14 лет, и снижение pNN50 у девочек 14-летнего возраста.

Более детальная оценка состояния отдельных звеньев регуляторного механизма была получена при анализе спектральных характеристик сердечного ритма (табл.2). У девочек 14 лет в ответ на ортостатическую пробу отмечено существенное увеличение общей мощности ВРС, очень низкочастотного, низкочастотного и высокочастотного компонентов спектра ВРС (в абсолютных, относительных единицах и в процентах). У мальчиков 14 лет ортостатическая проба приводит к незначительному повышению общей мощности ВРС и низкочастотных колебаний и снижению высокочастотных колебаний ВРС, как в абсолютных, так и в относительных единицах, т.е. у мальчиков 14 лет, в отличие от девочек, реакция вариабельности сердечного ритма на ортостатическое воздействие не отличается от таковой у 13-летних.

Показатель отношения абсолютных значений LF и HF (LF/ HF) при ортопробе достоверно повышался и у мальчиков, и у девочек, только у девочек это происходило только за счет значительного повышения низкочастотных колебаний и меньшего увеличения высокочастотных колебаний, а у мальчиков – за счет достоверного повышения низкочастотных колебаний ВРС, свидетельствующих о по-

вышении активности симпатического звена ВНС, и снижения парасимпатических влияний.

Таблица 2

Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма у учащихся 12 - 14 лет в покое и в ответ на ортостатическую пробу ($M \pm m$)

Возраст	Пол	Состояние	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF n.u.	HF n.u.	LF/HF n.u.	% VLF	% LF	% HF
12 лет	М	покой	5050 ^{&} ±619,1	1475 ±366,6	1137,6 ±276	2437,2 ^{&} ±416,0	38,5 ±3,1	61,5 ±3,1	0,830 ±0,13	33,5 ^{&} ±2,67	24,7 ±2,1	41,7 ±3,2
		ортостаз	2711 [#] ±419,6	873,6 [#] ±130,6	1208,2 ±233,0	629,5 [#] ±151,9	67,1 [#] ±2,8	32,3 [#] ±2,82	2,7 [#] ±0,25	26,9 ±0,48	43,8 ^{#±} 2,3	22,1 [#] ±1,9
	Д	покой	4858 ±1059	2128,1 [*] ±279,1	1105,7 ±187,1	1624,5 [*] ±360,9	41,5 ±3,8	58,5 ±4,1	0,804 ^{&} ±0,13	37,6 ^{&} ±3,7	24,5 ±2,6	37,9 ±4,8
		ортостаз	2619,3 [#] ±430,1	1049,1 [#] ±268,7	1105,18 ±196,5	464,4 [#] ±118,3	70,3 [#] ±4,5	29,8 [#] ±2,8	2,9 [#] ±0,43	38,0 ±2,9	43,0 ^{#±} 1,7	18,9 [#] ±2,4
13 лет	М	покой	2644,0 ^{&} ±523,3	1370,0 ±283,1	870,0 ±170,1	1055,0 ^{&} ±268,0	45,4 ±3,6	54,6 ±3,6	0,833 ±0,2	18,2 ±5,0	27,4 ±3,3	40,6 ±3,5
		ортостаз	3451,0 ±478,0	1353,0 ±270,3	1416,0 [#] ±303,2	440,0 ^{#±} 96,2	76,4 [#] ±2,0	23,6 [#] ±2,0	3,2 [#] ±0,3	40,9 [#] ±5,0	45,0 [#] ±3,4	13,9 [#] ±1,5
	Д	покой	4100,51 [*] ±493,3	1119,5 ^{&} ±157,6	881,0 ±177,3	1724,0 ±287,2	38,6 [*] ±3,5	61,4 ±3,5	0,628 ±0,1	27,0 [*] ±1,8	27,3 ±2,7	43,2 ±2,7
		ОРТОСТАЗ	2862,0 [#] ±570,8	1377,5 ±188,2	989,5 ±251,1	531,0 [#] ±89,1	70,6 [#] ±2,4	29,4 [#] ±2,4	2,4 [#] ±0,18	41,0 [#] ±2,5	43,1 [#] ±2,2	15,7 [#] ±1,5
14 лет	М	покой	3696,8 ±488,4	1535,2 ±223,3	846,4 ±189,6	1315,0 ±169,4	39,2 ±3,0	60,7 ±3,1	0,71 ±0,20	38,3 ^{&} ±3,3	24,6± 2,4	37,0± 1,8
		ортостаз	4153,1 ±490,2	2028,7 [#] ±264,3	1307,2 ±238,6	817 ±106,8	65,9 [#] ±2,7	34,1 [#] ±2,7	2,8 [#] ±0,34	42,4 ±2,9	38,6 [#] ±2,5	18,9 [#] ±3,1
	Д	покой	7144,4 ^{&} ±483,4	1095,7 ±279,0	2196 ^{&} ±197,4	3852,5 ^{&} ±260,7	37,8 ±3,5	62,2 ±2,9	0,730 ±0,33	16,3 ^{*&} ±2,8	31 [*] ±2,0	52,6 [*] ±2,7
		ортостаз	15957,8 [#] ±570,8	3616,4 [#] ±286,9	4764,5 [#] ±210,6	7576,1 [#] ±290,5	61,6 [#] ±4,3	38,3 [#] ±3,2	2,7 [#] ±0,23	40,6 [#] ±3,6	34,9 ±1,8	24,5 [#] ±2,1

Примечание: М – мальчики, Д – девочки; * – достоверность различий между показателями у мальчиков и девочек; # – достоверность различий между показателями в покое и во время ортостаза; & – достоверность различий между показателями у детей 12, 13 и 14 лет.

У детей обоего пола выявлен существенный сдвиг автономной нервной регуляции в сторону симпатических влияний, что свидетельствует об адекватной реакции АНС на ортостатическое воздействие [4, 15, 19; 36 и др.).

По мнению Берсеновой с соавт. [4] в механизме поддержания сердечно-сосудистого гомеостаза при ортопробе могут наблюдаться два типа управляющих воздействий. Один из них связан с активацией вазомоторного (сосудистого) центра, другой с более высокими уровнями управления. Второй тип характерен для более старшей возрастной группы (мальчиков и девочек 13-14 лет).

По показателю LF/HF, характеризующему соотношение симпатических и парасимпатических влияний, все обследуемые дети 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).

На основании значений показателя LF/HF, характеризующего симпатопарасимпатический баланс, [31, 36, 38 и др.] все обследуемые школьники 14 лет без учета пола 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). Около 80 процентов девочек и мальчиков имеют сбалансированную или с преобладанием парасимпатических влияний регуляцию сердечного ритма (табл.3).

Наиболее высокая суммарная активность нейрогуморальных влияний и парасимпатического звена вегетативной регуляции отмечается у детей 14 лет со сбалансированной регуляцией сердечного ритма.

Преобладание парасимпатического компонента в структуре ВРС 14-летних школьников (табл. 2) согласуется с представлением об адаптационно-трофическом действии блуждающих нервов на сердце и является показателем индивидуальной устойчивости здорового организма к стрессирующим факторам [1, 2, 5, 15].

В таблице 3 приведены показатели спектрального анализа ВРС у детей 12-14 лет с разным типом регуляции сердечного ритма.

У детей 14 лет с преобладанием симпатической активности в регуляции сердечного ритма отмечены низкие значения общей мощности вариабельности СР с более низкой мощностью высокочастотного компонента ВРС (HF) в сравнении с нормотониками и парасимпатотониками. У детей с преобладанием симпатических влияний в сравнении с детьми с преобладанием парасимпатических влияний структура симпатико-парасимпатического воздействия на сердечный ритм характеризуется большим вкладом в регуляцию СР центральных эрготропных и симпатических влияний. Показатели временного анализа ВРС у детей 1-ой группы характеризуются достоверно более низкими значениями SDNN, свидетельствующими о сниженной вариабельности сердечного ритма и низкими значениями показателя RMSSD, что говорит о низкой активности высокочастотных колебаний у детей 1-ой группы.

Реакция сердечного ритма на ортостатическую пробу у 14-летних детей характеризуется значительным увеличением очень низкочастотного и низкочастотного компонента вариабельности СР и общей мощности спектра и существенным снижением высокочастотных колебаний в большей степени выраженное у детей с сбалансированным типом регуляции (табл. 3). У 14-летних детей 2-ой группы отмечена адекватная реакция сердечного ритма на ортостаз со снижением высокочастотных компонентов (59 %) и увеличением низкочастотных колебаний (рис. 1), а также оптимальным снижением показателей временного анализа ВРС, характеризующих парасимпатическую активность. неадекватной реакцией на ортостатическое воздействие.

Таблица 3

Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма у учащихся 12- 14 лет с разным типом автономной нервной регуляции ($M \pm m$)

Возраст	тип АНР	Состояние	TP $мс^2$	VLF $мс^2$	LF $мс^2$	HF $мс^2$	LF/HF п.у.
12	1	покой	4769,2 ±419,6	3094,2 ±130,5	1246,8 ±425,6	620,4 ±126,6	3,1 ±0,08
		орто-стаз	2661,5 [#] ±733,9	1148,8 [#] ±445,2	935,4 ±212,3	576,7 ±285,4	2,9 ±0,99
	2	покой	3186,2* ±787,6	979,4* ±228,7	908,0 ±283,1	1298,5* ±381,9	0,667* ±0,04
		орто-стаз	2343,9 ±408,6	753,7 ±121,8	1178,0 ±237,4	412,1 [#] ±74,6	2,9 [#] ±0,31
	3	покой	5050,2 ±619,9	1475,0* ±355,6	1137,6 ±276,0	2437,2* ±316,9	0,830* 0,256
		орто-стаз	2711,3 [#] ±419,6	873,5 [#] ±130,5	1208,2 ±223,0	629,5 [#] ±151,9	2,6 [#] ±0,477
13	1	покой	4593,7 ±564,5	1283,2 ±229,5	1903,5 ±435,6	1399,5 ±376,4	1,3 ±0,121
		орто-стаз	3884,3 ±756,3	1653,2 ±283,5	1688,3 ±195,4	542,3 ±150,3	3,12 ±0,355
	2	покой	3627,5 ±576,4	1099,1 ±153,5	1049,5 ±264,3	1479,2 ±358,9	0,75 ±0,297
		орто-стаз	4505,0 ±586,4	1929,4 ±301,4	1958,5 ±419,0	616,3 ±167,9	3,2 ±0,368
	3	покой	6223,3 ±478,4	1172,3 ±187,3	1321,0 ±203,1	3729,8 ±359,4	0,30 ±0,168
		орто-стаз	3003,2 ±548,1	1187,9 ±196,3	1291,2 ±264,1	520,4 ±159,0	2,5 ±0,35
14	1	покой	3086,7 ±563,2	871,7 ±365,5	1315,7 ±364,5	899,3 ±267,1	1,44 ±0,12
		орто-стаз	5000 [#] ±476,2	2489 [#] ±386,9	2024,7 ±240,4	486 ±362,6	4,7 [#] ±0,31
	2	покой	8412,4* ±436,8	1738* ±195,7	2594,2* ±257,9	4080,2* ±284,8	0,717* ±0,21
		орто-стаз	17909,6 [#] ±598,3	2604 ±240,1	5384 ±378,1	9921 [#] ±475,1	2,43 [#] ±0,15
	3	покой	4094,5 ±456,7	1185,3 ±256,2	729,8 [#] ±145,5	2179* ±378,5	0,362* ±0,12
		орто-стаз	6038,16 [#] ±486,1	3171,5 [#] ±329,0	1584,8 [#] ±297,6	1281,5 [#] ±359,0	2,042 [#] ±0,164

Примечание: 1 группа – симпатоники; 2 группа – нормотоники; 3 группа ваготоники; * – достоверность различий между показателями группами с разным типом АНС; # – достоверность различий между показателями в покое и во время ортостаза

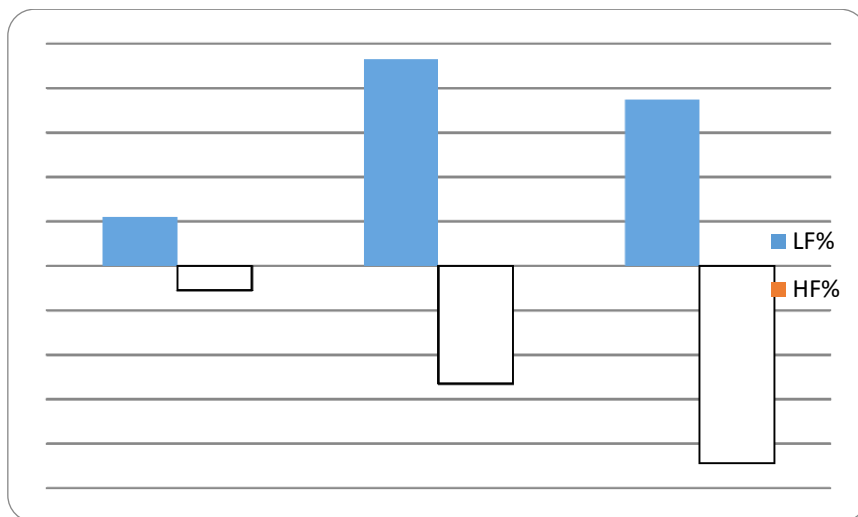


Рис. 1. Изменение показателей спектрального анализа ВРС на ортопробу у детей 14 лет с разными типами автономной нервной регуляции в процентах к исходному уровню.

Примечание: 1-симпатический тип АНР; 2 – сбалансированный тип АНР; 3 – парасимпатический тип АНР

Таким образом, оценка изменений показателей временного и спектрального анализа ВРС в ответ на ортостатическое воздействие у детей с разным типом автономной нервной регуляции выявила относительный рост LF у детей с сбалансированным типом автономной нервной регуляции сердечного ритма, что указывает на активное включение вазомоторного центра в процесс регуляции сосудистого тонуса. Указанный характер изменений автономной нервной регуляции при проведении активной ортостатической пробы связан с совершенствованием автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей с возрастом [15].

Итак, при ортостатическом воздействии у детей 14 лет независимо от пола, существенно изменяется симпато-парасимпатический баланс: усиливается преобладание парасимпатических влияний на сердечный ритм. Структура реакции показателей ВРС на ортостатическое воздействие определяется типом вегетативной нервной регуляции. У детей с сбалансированным и парасимпатическим типом автономной нервной регуляции сердечного ритма выявлен относительный рост низкочастотного и снижение высокочастотного показателей спектра ВРС, что указывает на активное включение вазомоторного центра в процесс регуляции сосудистого тонуса. У детей с симпатическим типом регуляции СР не отмечено существенных изменений низко- и высокочастотных колебания.

В ходе исследования были проанализированы данные электрокардиограмм детей 12-14 лет. Проведенный анализ ЭКГ показал, что абсолютные значения большинства показателей ЭКГ обследованных детей в целом соответствуют возрастным нормативам, представленным в литературе [12, 13, 18, 24]. Данные о длительности интервалов и амплитуде зубцов ЭКГ представлены в таблицах 4,5.

Таблица 4

*Временные характеристики основных зубцов и интервалов ЭКГ
детей 12-14-летнего возраста в покое и при нагрузке (M±m)*

Показатели								
Возр., пол	Состоя- ние	R-R, с	P-Q, с	QRS, с	QT, с	P, с	Q, с	R, с
12 м	покой	0,853±	0,135±	0,095±	0,367±	0,104±	0,013±	0,056±
		0,0531	0,0034	0,0013	0,0174	0,0023	0,0027	0,0057
12 м	нагр	0,797±*	0,129±	0,093±	0,344±*	0,104±	0,013±	0,051±
		0,0371	0,0033	0,0013	0,0135	0,0013	0,0027	0,0047
12 д	покой	0,841±	0,129±	0,094±	0,361±	0,098±	0,011±	0,053±
		0,0531	0,0034	0,0014	0,0173	0,0023	0,0027	0,0042
12 д	нагр	0,789±*	0,124±	0,092±	0,349±*	0,097±	0,011±	0,050±
		0,0371	0,0033	0,0013	0,0135	0,0013	0,0028	0,0047
13 м	покой	0,823±	0,131±	0,095±	0,352±	0,103±	0,013±	0,053±
		0,0531	0,0034	0,0013	0,0174	0,0023	0,0027	0,0057
13 м	нагр	0,787±*	0,128±	0,093±	0,331±*	0,102±	0,013±	0,051±
		0,0371	0,0033	0,0013	0,0135	0,0013	0,0027	0,0047
13 д	покой	0,891±	0,131±	0,095±	0,369±	0,098±	0,011±	0,054±
		0,0531	0,0034	0,0014	0,0173	0,0023	0,0027	0,0042
13 д	нагр	0,797±*	0,125±	0,092±	0,351±*	0,097±	0,011±	0,051±
		0,0371	0,0033	0,0013	0,0135	0,0013	0,0028	0,0047
14 м	покой	0,893±	0,132±	0,095±	0,359±	0,104±	0,014±	0,055±
		0,0531	0,0034	0,0013	0,0174	0,0023	0,0027	0,0057
14 м	нагр	0,798±*	0,127±	0,094±	0,342±*	0,100±	0,013±	0,053±
		0,0371	0,0033	0,0013	0,0135	0,0013	0,0027	0,0047
14 д	покой	0,911±	0,133±	0,096±	0,369±	0,105±	0,012±	0,055±
		0,0531	0,0034	0,0014	0,0173	0,0023	0,0027	0,0042
14 д	нагр	0,808±*	0,128±	0,094±	0,355±*	0,099±	0,012±	0,052±
		0,0371	0,0033	0,0013	0,0135	0,0013	0,0028	0,0047

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

Таблица 5

*Амплитудные характеристики основных зубцов ЭКГ
детей 12-14-летнего возраста в покое и при нагрузке (M±m)*

Возр лет	Сост	Отвед.	Показатели				
			P, мм	Q, мм	R, мм	S, мм	T, мм
12 м	покой	II	0,868 ±0,046	-0,256 ±0,062	10,216 ±0,514	-1,400 ±0,184	4,213 ±0,174
		V5	0,583 ±0,024	-0,526 ±0,114	14,715 ±0,543	-3,770 ±0,244	5,847 ±0,184
		V6	0,550 ±0,044	-0,670 ±0,144	12,333 ±0,444	-1,510 ±0,168	4,626 ±0,249
	нагр	II	1,048* ±0,073	-0,284 ±0,063	10,115 ±0,318	-1,827* ±0,130	3,943* ±0,131
		V5	0,591 ±0,033	-0,679 ±0,123	14,584 ±0,632	-3,260* ±0,321	5,726 ±0,330
		V6	0,561 ±0,036	-0,811 ±0,103	11,752 ±0,350	-1,310* ±0,149	4,126* ±0,230
12 д	покой	II	1,090 ±0,066	-0,311 ±0,062	9,637 ±0,417	-1,489 ±0,145	3,757 ±0,154
		V5	0,666 ±0,024	-0,587 ±0,114	12,333 ±0,574	-1,922 ±0,246	4,559 ±0,125
		V6	0,616 ±0,023	-0,632 ±0,143	10,783 ±0,436	-1,038 ±0,123	4,122 ±0,223
	нагр	II	1,294* ±0,071	-0,312 ±0,062	9,324 ±0,518	-1,666 ±0,190	3,383* ±0,171
		V5	0,663 ±0,033	-0,564 ±0,133	12,829 ±0,693	-2,594* ±0,313	4,476 ±0,230
		V6	0,612 ±0,033	-0,665 ±0,103	10,942 ±0,430	-1,270* ±0,193	3,598* ±0,220
13 м	покой	II	0,898 ±0,046	-0,266 ±0,062	10,336 ±0,514	-1,420 ±0,184	4,483 ±0,174
		V5	0,613 ±0,024	-0,516 ±0,114	14,785 ±0,543	-3,670 ±0,244	5,917 ±0,184
		V6	0,560 ±0,044	-0,679 ±0,144	12,833 ±0,444	-1,532 ±0,168	4,726 ±0,249
	нагр	II	1,048* ±0,073	-0,284 ±0,063	10,115 ±0,318	-1,827* ±0,130	3,939* ±0,131
		V5	0,591 ±0,033	-0,679 ±0,123	14,584 ±0,632	-3,260* ±0,321	5,731 ±0,330
		V6	0,561 ±0,036	-0,811 ±0,103	11,752 ±0,350	-1,310* ±0,149	4,132* ±0,230
13 д	покой	II	0,971 ±0,066	-0,321 ±0,062	9,237 ±0,417	-1,476 ±0,145	3,657 ±0,154
		V5	0,616 ±0,024	-0,577 ±0,114	11,813 ±0,574	-1,911 ±0,246	4,499 ±0,125
		V6	0,593 ±0,023	-0,612 ±0,143	9,813 ±0,436	-1,029 ±0,123	4,082 ±0,223
	нагр	II	1,234* ±0,071	-0,312 ±0,062	8,984 ±0,518	-1,658 ±0,190	3,293* ±0,171

Возр лет	Сост	Отвед.	Показатели					
			P, мм	Q, мм	R, мм	S, мм	T, мм	
			±0,071	±0,062	±0,518	±0,190	±0,171	
		V5	0,633 ±0,033	-0,564 ±0,133	11,129 ±0,693	-2,344* ±0,313	4,396 ±0,230	
		V6	0,613 ±0,033	-0,665 ±0,103	9,542 ±0,430	-1,190* ±0,193	3,488* ±0,220	
	14 м	покой	II	0,888 ±0,046	-0,256 ±0,060	9,836 ±0,510	-1,310 ±0,174	4,183 ±0,178
			V5	0,593 ±0,025	-0,486 ±0,112	12,685 ±0,540	-3,270 ±0,246	5,117 ±0,174
			V6	0,550 ±0,054	-0,599 ±0,124	10,633 ±0,448	-1,232 ±0,166	4,226 ±0,247
	нагр	II	1,038* ±0,073	-0,274 ±0,062	9,515 ±0,317	-1,327 ±0,134	3,639* ±0,129	
		V5	0,595 ±0,034	-0,669 ±0,122	11,884 ±0,634	-3,260 ±0,324	4,531* ±0,320	
		V6	0,561 ±0,034	-0,810 ±0,102	10,252 ±0,354	-1,190 ±0,144	3,982* ±0,210	
14 д	покой	II	0,951 ±0,066	-0,281 ±0,061	8,837 ±0,420	-1,376 ±0,141	3,557 ±0,154	
		V5	0,596 ±0,014	-0,578 ±0,111	10,713 ±0,564	-1,711 ±0,241	4,299 ±0,145	
		V6	0,583 ±0,021	-0,592 ±0,141	9,513 ±0,456	-1,027 ±0,121	4,082 ±0,243	
		нагр	II	1,174* ±0,071	-0,311 ±0,061	8,284* ±0,515	-1,358 ±0,191	3,133* ±0,174
			V5	0,613 ±0,031	-0,569 ±0,123	9,929 ±0,695*	-1,704 ±0,303	3,896* ±0,234
			V6	0,610 ±0,032	-0,664 ±0,102	9,142 ±0,434	-1,090 ±0,194	3,444* ±0,224

Примечания: * - достоверность различий по сравнению с покоем.

Исследование показало, что длительность сердечного цикла, время предсердно-желудочковой проводимости и электрической систолы от 12 к 14 годам увеличивается как у девочек, так и у мальчиков. Амплитуда зубцов R и T к 14-летнему возрасту уменьшается у детей обоего пола.

Увеличение длительности сердечного цикла, времени предсердно-желудочковой проводимости и электрической систолы является общей возрастной тенденцией и связано, главным образом, с повышением тонической активности центров блуждающего нерва, или, возможно, не с абсолютным повышением тонуса вагуса, а лишь с его преобладанием вследствие понижения тонуса симпатической нервной системы.

Изменение амплитуды зубцов ЭКГ обусловлено как влияниями со стороны симпатической нервной системы, так и гетерохронным развитием сердечной мышцы. Снижение возбудимости миокарда может быть связано с усилением влияний из центров блуждающих нервов, обладающих отрицательным батмотропным эффектом. Уменьшение амплитуды показателей возбудимости в грудных

отведениях может объясняться также увеличением массы, утолщением стенки грудной клетки с возрастом.

Следует отметить, что у 13-летних мальчиков наблюдается некоторое уменьшение длительности сердечного цикла, времени предсердно-желудочковой проводимости и электрической систолы и увеличение амплитуды зубцов Р, R и Т. Это обусловлено, вероятно, их интенсивным половым развитием на этом отрезке онтогенеза. В период интенсивного полового созревания помимо воздействий на сердце со стороны нервной системы, существенное значение приобретают гормональные влияния, в особенности катехоламины (адреналин и норадреналин), экскреция которых в пубертатный период значительно возрастает.

Динамическая нагрузка вызывала у детей 12-14-летнего возраста следующие изменения ЭКГ (табл. 4, 5). У всех обследованных детей укорачивалась общая длительность сердечного цикла и электрическая систола, у большинства детей уменьшалось время предсердно-желудочковой проводимости. У всех детей 12-14 лет в ответ на нагрузку происходило достоверное увеличение зубца PII. В 14-летнем возрасте, как у мальчиков, так и у девочек, отмечено достоверное снижение амплитуды зубцов R и T во II стандартном и левых грудных отведениях.

Уменьшение общей длительности сердечного цикла, времени предсердно-желудочковой проводимости и электрической систолы в ответ на нагрузку свидетельствует об усилении влияний на миокард со стороны симпатического отдела автономной нервной системы. Увеличение амплитуды зубца Р связано, вероятно, с интенсификацией деятельности предсердий в ответ на нагрузку. Исходя из полученных данных, можно предположить, что при нагрузке отмечается интенсификация деятельности обоих предсердий, на что указывает увеличение амплитуды зубца Р во II стандартном и левых грудных отведениях и некоторое увеличение второй отрицательной фазы зубца Р в V1-V2 грудных отведениях. Уменьшение амплитуды зубца R в левых грудных отведениях свидетельствует об уменьшении полости левого желудочка в ответ на нагрузку и адекватном адаптационном ответе, хорошей тренированности сердечной мышцы к нагрузке.

Индивидуальный анализ электрокардиограмм детей 12-14 лет позволил выявить частоту встречаемости некоторых функциональных изменений ЭКГ на данном отрезке онтогенеза. Как показало исследование, наиболее частыми в данном возрасте являются различные нарушения хронотропной функции миокарда, а также распространены нарушения внутрижелудочковой проводимости. Такие функциональные изменения миокарда, как нарушения проведения в предсердиях, электрическая альтернация, нарушения процессов реполяризации миокарда, встречались крайне редко.

Нарушения сердечного ритма могут быть связаны с процессами формирования механизмов вегетативной регуляции сердца. В частности, тахикардия возможно обусловлена положительным хронотропным эффектом со стороны симпатических нервов. Нарушения внутрижелудочковой проводимости связаны, вероятно, с морфологическим и функциональным созреванием сердечной мышцы на данном этапе онтогенеза, а также с гетерохронностью процессов роста и развития сердца. В целом, к 14-летнему возрасту частота возникновения указанных изменений существенно уменьшается по сравнению с младшими школьниками.

Изучение **сократительной функции миокарда** детей 12-14-летнего возраста показало, что у мальчиков 13 лет по сравнению с 12-летним возрастом время из-

гнания крови, общая и механическая систолы значительно короче (табл.6). У девочек 13 лет по сравнению с 12-летним возрастом (табл. 6) напротив, время изгнания крови, общая и механическая систолы значимо продолжительнее. Отмечено, что абсолютные величины ряда параметров сократительной функции миокарда значимо не отличались у мальчиков и девочек 12 лет, однако у девочек время изгнания крови, а также общая и механическая систолы были существенно короче, чем у мальчиков. Таким образом, к 13 годам различий показателей, характеризующих сократительную функцию миокарда, между детьми разного пола не отмечено. В 14-летнем возрасте существенных отличий параметров, характеризующих сократительную функцию миокарда, у подростков разного пола не выявлено.

Таблица 6

Длительность фаз сердечного цикла у подростков 12-14 лет в состоянии относительного покоя (M±m)

ПАРАМЕТРЫ									
Воз/ пол	R-R, мс	ФАС, мс	ФИС, мс	T, мс	E, мс	Sm, мс	So, мс	Sэ, мс	Д, мс
12 М	764.4 ±21.2	54.6 ±2.4	29.6 ±2.3	84.2 ±3.8	266.6 ±9.4	296.2 ±5.3	350.8 ±4.7	345.8 ±5.6	414.5 ±24.3
13 М	762.4 ±28.2	48.2 ±2.1	34.4 ±2.08	82.7 ±2.3	233.7 ±5.87*	268.1 ±6.1*	316.4 ±5.4*	336.6 ±8.7	448.3 ±36.2
14 М	782.1 ±22.2	49.2 ±2.1	34.2 ±2.1	83.4 ±2.3	243.7 ±5.27	278.1 ±5.1	326.2 ±5.7	346.6 ±7.7	458.3 ±26.2
12 Д	788.1 ±35.2	53.4 ±2.1	32.0 ±1.2	85.4 ±2.7	217.7 ±12.1^	250.0 ±6.7^	303.7 ±10.9^	347.2 ±8.4	484.4 ±34.9
13 Д	778.7 ±30.2	48.5 ±1.8	32.6 ±1.9	81.1 ±2.1	252.2 ±10.8*	284.8 ±10.6*	353.3 ±10.1*	357 ±13.5	446.2 ±34.8
14 Д	791.5 ±31.2	49.9 ±1.9	33.6 ±1.8	83.5 ±2.4	258.2 ±11.8	294.8 ±11.1	350.3 ±12.1	360 ±12.5	456.3 ±33.8

Примечание: * – различия показателей по возрасту у мальчиков 12-14 лет и девочек 12-14 лет; ^ – различия показателей между мальчиками и девочками.

Для более полной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы и характеристики сократительной функции миокарда подростков 12-14 лет было проведено изучение реакции центрального звена системы кровообращения на дозированную физическую нагрузку (табл. 7).

При изучении реакции сократительной функции миокарда на физическую динамическую нагрузку было показано, что у подростков 12-14 лет происходят существенные перестройки фазовой структуры сердечного цикла (табл. 7). Анализ результатов показал, что динамическая физическая нагрузка в 12 лет у детей обоего пола вызывала существенное снижение длительности сердечного цикла, фазы асинхронного и изометрического сокращения, периода напряжения, электрической систолы. Поскольку длительность сердечного цикла определяет и длительность диастолического интервала отмечено некоторое снижение времени диасто-

лы у всех мальчиков 12 лет и 73% девочек этого возраста на нагрузку. У 27% девочек длительность диастолического интервала уменьшалась достоверно.

Таблица 7

Изменение длительности фаз сердечного цикла при физической динамической нагрузке у подростков 12-14 лет ($M \pm m$)

Момент исслед.	Воз/пол	R-R	ФАС	ФИС	T	E	Sm	So	Sэ	Д
Покой	12М	764.4 ±21.2	54.6 ±2.4	29.6 ±1.3	84.2 ±3.8	266.6 ±9.4	296.2 ±5.3	350.8 ±4.7	345.8 ±5.6	414.5 ±24.3
Сразу после нагрузки		702.8 ±20.6*	49.0 ±2.3*	25.8 ±1.4*	75.8 ±3.5*	279.8 ±10.2	311.5 ±2.4	361.3 ±2.4	319.8 ±3.4*	324.0 ±20.4
Покой	12Д	788.1 ±35.2	53.4 ±2.1	32.0 ±1.2	85.4 ±2.7	217.7 ±12.1	250.0 ±6.7	303.7 ±10.9	347.2 ±8.4	484.4 ±34.9
Сразу после нагрузки		599.5 ±33.3*	47.5 ±2.1*	27.0 ±1.5*	75.2 ±2.8*	222.0 ±13.3	245.9 ±8.4	293.5 ±12.4	289.6 ±11.1*	306.0 ±33.5*
Покой	13М	762.4 ±28.2	48.3 ±1.1	34.4 ±2.1	82.7 ±2.2	233.7 ±5.8	268.1 ±6.1	316.4 ±5.4*	336.6 ±8.7	448.3 ±36.2
Сразу после нагрузки		632.1 ±22.6*	47.1 ±1.8	28.7 ±1.7*	75.8 ±2.2*	218.0 ±7.1*	248.1 ±6.7*	293.4 ±4.6*	308.2 ±3.5*	381.7 ±31.2
Покой	13Д	778.7 ±30.2	48.5 ±1.8	32.6 ±1.9	81.1 ±2.1	252.2 ±10.8	284.8 ±10.6	333.3 ±10.1	357.0 ±13.5	446.2 ±30.8
Сразу после нагрузки		606.9 ±28.4*	46.8 ±2.1	27.0 ±1.9*	73.4 ±2.8*	213.7 ±6.1*	245.9 ±8.4*	240.7 ±7.4*	287.5 ±7.5*	326.9 ±23.5*
Покой	14М	782.1 ±22.2	49.2 ±2.1	34.2 ±2.1	83.4 ±2.3	243.7 ±5.27	278.1 ±5.1	326.2 ±5.7	346.6 ±7.7	458.3 ±26.2
Сразу после нагрузки		642.2 ±21.6*	46.1 ±1.9	27.3 ±1.8*	73.4 ±2.1*	217.0 ±6.1*	241.1 ±6.5*	291.4 ±4.4*	307.2 ±3.6*	398.7 ±30.2
Покой	14Д	791.5 ±31.2	49.9 ±1.9	33.6 ±1.8	83.5 ±2.4	258.2 ±11.8	294.8 ±11.1	350.3 ±12.1	360 ±12.5	456.3 ±33.8
Сразу после нагрузки		626.8 ±21.4*	47.9 ±2.2	27.3 ±1.7*	75.2 ±2.0*	219.7 ±6.0*	243.9 ±8.1*	240.7 ±4.4*	307.5 ±8.5*	396.9 ±23.5

*Примечание: * – достоверность различий показателей между исходным состоянием и нагрузкой.*

В 13-14 летнем возрасте у подростков обоего пола при динамической физической нагрузке выявлено существенное уменьшение практически всех изученных параметров: длительности сердечного цикла, фазы изометрического сокращения, периода напряжения, электрической, механической и общей систол, а также времени изгнания крови. Необходимо отметить, что снижение длительности сердечного цикла приводило к некоторому уменьшению времени диастолы у всех маль-

чиков 13-14 лет, у 75% девочек 13 лет и у всех девочек 14 лет. У 25% девочек 13 лет выявлено достоверное укорочение диастолической паузы.

Основным механизмом уменьшения длительности сердечного цикла при физической работе считают снижение тонуса блуждающих нервов и увеличение симпатических влияний на сердце. Выявленное снижение длительности сердечного цикла у подростков 12-14 лет, происходящее за счет уменьшения продолжительности периода напряжения без существенного изменения времени диастолы, свидетельствует о благоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, поскольку период расслабления является одним из ведущих факторов саморегуляции сокращения миокарда и восстановления энергетических запасов в мышечных клетках. Выявленное уменьшение продолжительности сердечного цикла без существенного изменения времени диастолы не нарушает восстановление энергетических ресурсов миокарда и обуславливает эффективность последующей систолы [8, 9, 14, 21, 22].

У 27 - 25% девочек 12-13 лет снижение длительности сердечного цикла происходило за счет уменьшения продолжительности периода напряжения и существенного укорочения времени диастолы, что свидетельствует о более напряженной реакции сократительной функции миокарда на физическую нагрузку.

Результаты изучения **кровообращения головного мозга** показали достоверные изменения ряда параметров РЭГ от 12 лет к 13 годам и от 13 к 14 годам: повышение значений параметров a и a/T (табл. 8). Выявленные изменения свидетельствуют о возрастании тонуса мозговых артерий крупного и среднего калибра, что соответствует возрастной динамике мозгового кровообращения [22].

Исследование не показало достоверных различий изученных показателей между мальчиками и девочками в 12, 13 и 14 лет. Все испытуемые одного возраста были объединены в единую группу.

Таблица 8

Показатели мозгового кровообращения у детей 12 -14 лет
в состоянии покоя ($M \pm m$)

Возраст	Пол	Показатели			
		A, Ом	a, с	di, %	a/T, %
12	Д	0,220±0,009	0,130±0,006	64,4±2,84	20,4±1,66
13		0,228±0,012	0,142±0,008*	64,1±2,64	24,2±1,86*
14		0,232±0,018	0,151±0,011*	65,8±2,81	26,4±1326*
12	М	0,222±0,007	0,138±0,009	66,82±1,12	19,5±1,27
13		0,226±0,009	0,144±0,009*	65,7±1,17	23,2±1,29*
14		0,230±0,012	0,154±0,010*	66,1±1,19	25,1±1,19*

Примечание * - достоверные отличия показателей по сравнению с предыдущим возрастом

Для характеристики функционального состояния мозгового кровообращения детей 12-14 лет нами использована умственная нагрузка (табл. 9)

Таблица 9

Динамика показателей мозгового кровообращения детей 12-14 лет 4при
действии умственной нагрузки ($M \pm m$)

Группа	Показатели									
	А, Ом		АЧП, у.е.		di, %		а/Т, %		ЧСС, уд/м	
	ИС	Н	ИС	Н	ИС	Н	ИС	Н	ИС	Н
12 лет										
Общая	0,220 ± 0,011	0,230 ± 0,012	3,41 ± 0,17	3,32 ± 0,19	65,1 ± 1,60	57,2 ± 1,31*	19,5 ± 0,93	20,2 ± 0,60	93,8 ± 2,61	97,4 ± 3,27
1	0,220 ± 0,009	0,241 ± 0,007	3,30 ± 0,15	3,89 ± 0,17*	65,5 ± 1,36	60,1 ± 1,45*	19,8 ± 0,59	18,4 ± 0,52*	94,1 ± 2,87	95,6 ± 2,49
2	0,220 ± 0,010	0,21 ± 0,008	3,45 ± 0,12	3,00 ± 0,14*	66,1 ± 1,26	56,5 ± 1,36*	19,2 ± 0,83	23,1 ± 0,91*	85,2 ± 2,16	98,3 ± 2,21*
13 лет										
Общая	0,229 ± 0,011	0,231 ± 0,012	2,7 ± 0,18	3,12 ± 0,19	65,3 ± 1,23	54,9 ± 1,34*	23,2 ± 0,74	20,2 ± 0,79	84,5 ± 2,48	85,7 ± 3,11
1	0,212 ± 0,011	0,208 ± 0,010	2,76 ± 0,17	3,33 ± 0,14*	61,1 ± 1,19	51,8 ± 1,37*	21,3 ± 0,32	17,8 ± 0,29*	86,6 ± 2,67	87,9 ± 2,64
2	0,246 ± 0,012	0,222 ± 0,011	3,16 ± 0,16	2,50 ± 0,12*	66,0 ± 1,21	61,4 ± 1,28*	21,0 ± 0,28	22,7 ± 0,19*	83,7 ± 2,61	89,6 ± 2,56*
14 лет										
Общая	0,234 ± 0,014	0,231 ± 0,018	2,9 ± 0,14	3,12 ± 0,19	65,0 ± 1,20	54,9 ± 1,36*	25,2 ± 0,72	20,2 ± 0,76	86,5 ± 2,45	87,3 ± 3,17
1	0,214 ± 0,016	0,210 ± 0,018	2,78 ± 0,16	3,35 ± 0,17*	62,4 ± 1,17	52,6 ± 1,33*	24,1 ± 0,30	19,7 ± 0,32*	86,1 ± 2,62	87,7 ± 2,65
2	0,236 ± 0,016	0,228 ± 0,018	3,18 ± 0,14	2,54 ± 0,15*	65,0 ± 1,41	62,3 ± 1,24*	23,8 ± 0,26	22,4 ± 0,13*	83,2 ± 2,52	89,4 ± 2,51

Примечание И.С. – исходное состояние; Н – умственная нагрузка; * – достоверные отличия показателей по сравнению с исходным состоянием; 1 группа – дети с увеличением АЧП; 2 группа – дети со снижением АЧП

У всех испытуемых 12-14 лет умственная нагрузка сопровождалась достоверным снижением дикротического индекса (di) (табл. 9). Следовательно, кратко-

срочная адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке характеризовалась существенным снижением тонуса мозговых артерий малого калибра, что соответствует результатам изучения мозгового кровообращения у детей школьного возраста при различных видах умственной деятельности [3, 11, 17]. Результаты нашего исследования согласуются с данными комплексных электро- и реоэнцефалографических исследований при различных видах умственной деятельности у детей и взрослых испытуемых показавших, что повышение функциональной активности отдельных областей головного мозга сопровождается развитием регионарной функциональной гиперемии [11, 35].

Таким образом, выявленное у детей 12-14 лет снижение тонического напряжения церебральных артерий малого калибра является проявлением ауторегуляции мозгового кровотока, направленной на поддержание адекватного кровоснабжения нервной ткани при повышении ее функциональной активности во время умственной деятельности.

Разнонаправленные изменения остальных показателей РЭГ обусловили проведение индивидуального анализа в соответствии с динамикой показателя АЧП. Все испытуемые были разделены на 2 группы. В группу 1 вошли дети с увеличением АЧП (в 12 лет 70,0 % мальчиков и 80,0 % девочек; в 13 лет - 80,0 % мальчиков и 78,0 % девочек; в 14 лет – 77,0 % мальчиков и 76,0 % девочек). Группу 2 составили испытуемые со снижением АЧП (в 12 лет 30,0 % мальчиков и 29,0 % девочек; в 13 лет – 20,0 % мальчиков и 22,0 % девочек; в 14 лет – 23,0 % мальчиков и 24,0 % девочек).

Умственная нагрузка вызывала у всех испытуемых 1 группы (табл. 2) достоверное ($t-2,2-2,3$) повышение показателя АЧП, снижение дикротического индекса и а/Т ($t-2,2-2,4$). Следовательно, реакция мозгового кровообращения характеризовалась существенным увеличением артериального притока, снижением тонуса мозговых артерий крупного, среднего и малого калибра в лобных областях головного мозга. Выявленные изменения кровообращения головного мозга согласуются с результатами исследований у школьников разного возраста, показавших возрастание пульсового кровенаполнения, объемного мозгового кровотока и снижение тонического напряжения церебральных артерий при деятельности [3, 17]. Выявленные у детей 12-13 лет изменения мозгового кровообращения при умственной деятельности (возрастание артериального притока и снижение тонуса церебральных артерий в лобных областях головного мозга) свидетельствуют о том, что данная реакция системы мозгового кровообращения на умственную деятельность не сопровождается существенным напряжением механизмов адаптации [3, 7, 17].

У всех детей 2 группы наблюдалось достоверное снижение АЧП, дикротического индекса ($t-2,3-2,4$) и возрастание а/Т ($t-2,6$), а также достоверное ($t-2,2-2,6$) увеличение ЧСС (табл. 9). Следовательно, реакция мозгового кровообращения характеризовалась снижением артериального притока, повышением тонуса крупных и средних мозговых артерий в лобных областях головного мозга на фоне значительного возрастания ЧСС.

Отмеченное снижение артериального притока и повышение тонуса церебральных артерий крупного калибра можно характеризовать как проявление реакции ауторегуляции мозгового кровообращения, обусловленное изменениями параметров центральной гемодинамики [16; 27; 28]. Выявленное повышение тонического напряжения церебральных артерий характеризует напряжение меха-

низмов регуляции мозгового кровообращения при умственной деятельности, что соответствует результатам исследований, проведенных у взрослых людей и школьников [3, 23].

Выявленные изменения изученных параметров мозгового кровообращения указывают на генерализованный характер реакции сердечно-сосудистой системы, что в условиях умственной деятельности характеризует напряжение механизмов адаптации системы кровообращения [3, 23, 25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, утренняя концентрация ДГЭА в слюне зависит от пола и биологического возраста испытуемых. Реакция мальчиков и девочек 12-14 лет на экспериментальную ситуацию (ортостаз+умственная нагрузка) не различается.

У детей 14 лет сохраняются достоверные половые различия в значениях частотных и временных показателей вариабельности сердечного ритма. У девочек отмечена более высокая активность парасимпатического отдела автономной нервной системы в сравнении с мальчиками, что свидетельствует об их лучших адаптационных возможностях в данном возрасте.

Наиболее высокими адаптационными возможностями обладают девочки, а также все подростки 14 лет с нормотоническим и парасимпатическим типом автономной нервной регуляции, у них же отмечены наиболее высокие показатели функционального состояния организма. У детей 12-14 лет с преобладанием симпатических влияний структура симпатико-парасимпатического воздействия на сердечный ритм характеризуется большим вкладом в регуляцию СР центральных эрготропных и гормональных влияний.

Основными критериями успешности адаптации организма являются: тип автономной нервной регуляции сердечного ритма, высокая вариабельность сердечного ритма с преобладанием высокочастотного компонента, адекватная реакция вариабельности сердечного ритма на ортостатическое воздействие

Установлено, что абсолютные значения большинства показателей ЭКГ детей 12-14 лет в целом соответствуют возрастным нормативам. С возрастом происходит увеличение длительности сердечного цикла и электрической систолы, связанное с усилением влияний на миокард со стороны парасимпатического отдела автономной нервной системы, а также возрастание продолжительности внутрижелудочковой проводимости, обусловленное увеличением массы миокарда и размеров полостей желудочков сердца.

Динамическая физическая нагрузка вызывает у детей 12-14 лет изменения биоэлектрической активности миокарда, обусловленные активизацией симпатического отдела автономной нервной системы, и свидетельствующие об адекватном адаптационном ответе, хорошей тренированности сердечной мышцы к нагрузке.

У 12-14-летних подростков встречаются различные изменения ритма и проведения возбуждения, нарушений процессов реполяризации и метаболизма в миокарде. Данные изменения связаны как с морфологическим и функциональным созреванием сердечной мышцы на данном этапе онтогенеза, так и с процессами

формирования механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности и выявляются значительно реже, чем у младших школьников.

Показано, что у мальчиков 12 лет по сравнению с 13-летним возрастом время изгнания крови, общая и механическая систолы значительно продолжительнее. У девочек 12 лет по сравнению с 13-летним возрастом напротив, время изгнания крови, общая и механическая систолы значимо короче. Выявлены половые различия сократительной функции миокарда в 12 лет: у девочек время изгнания крови, а также общая и механическая систолы были существенно короче, чем у мальчиков. В возрасте 13-14 лет не выявлено возрастных и половых различий в фазовой структуре сердечного цикла.

Динамическая физическая нагрузка в 12-14 лет у подростков обоего пола вызывала существенное снижение длительности сердечного цикла, что связано со снижением тонуса блуждающих нервов и увеличением симпатических влияний на сердце при нагрузке. Однако, в возрасте 12 лет снижение длительности сердечного цикла происходило за счет уменьшения периода напряжения, а в 13-14 лет – не только за счет уменьшения периода напряжения, но и сокращения времени всех составляющих систолы.

Выявленное снижение длительности сердечного цикла у большинства подростков 12-14 лет, не сопровождающееся существенным изменением времени диастолы, свидетельствует о благоприятной адаптации сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке. У 27-25% девочек 12-13 лет снижение длительности сердечного цикла сопровождалось существенным укорочением времени диастолы, что свидетельствует о более напряженной адаптации сократительной функции миокарда к физической нагрузке.

Изучение кровообращения головного мозга показало достоверное повышение значений параметров a и a/T от 12 к 13-14 годам, что свидетельствует о возрастании тонуса мозговых артерий крупного и среднего калибра и соответствует возрастной динамике мозгового кровообращения.

Срочная адаптация кровообращения головного мозга к умственной нагрузке у большинства подростков 12-14 лет не сопровождалась напряжением механизмов регуляции мозгового кровообращения и носила благоприятный характер. Умственная нагрузка вызывала существенное увеличение артериального притока, снижение тонуса мозговых артерий в лобных областях головного мозга. У части (20,0-24,0%) испытуемых 12-14 лет адаптация имела неблагоприятный характер и характеризовалась напряжением механизмов регуляции. Умственная деятельность сопровождалась снижением артериального притока, повышением тонуса мозговых артерий крупного и среднего калибра при существенном возрастании частоты сердечных сокращений.

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. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
3. Безобразова В.Н., Догадкина С.Б., Пономарева Т.А. Возрастное развитие периферического отдела сердечно-сосудистой системы // Физиология развития ребёнка: руководство по возрастной физиологии / под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.-Воронеж: МПСИ, 2010. – 767 с.
4. Берсенева И.А. Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе: Автореф. дис. канд. биол. наук.– 2000.– С. 17 с.
5. Вейн А.М., Вознесенская Т.Г. Вегетативные расстройства. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 352 с.
6. Галеев А.Р. Взаимосвязь типа вегетативной регуляции и потребности в двигательной активности. – 2002.
URL: <http://www.ortoplus.da.ru/>; ortoplus@mail.ru
7. Зиненко Е.С. Срочная адаптация центральной гемодинамики и кровообращения головного мозга детей дошкольного возраста к умственной нагрузке: автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 2010. – 19 с
8. Индивидуальные особенности развития системы кровообращения школьников / Под ред. И.О. Тупицына. – М, 1995. – 64 с.
9. Калужная Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков. – М., 1973. – 325 с.
10. Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. – М: Медицина, 1965. – 159 с.
11. Князева М.Г., Тупицын И.О. Взаимосвязь возрастных характеристик биоэлектрической активности и мозгового кровотока // Физиология человека. – 1984. – Т. 10, № 3. – С. 411-416.
12. Макаров Л. М., Киселева И. И., Долгих В. В. и др. Нормативные параметры ЭКГ у детей // Педиатрия. – 2006. – № 2. – С. 4-10.
13. Макаров Л.М. ЭКГ в педиатрии. – 2002. – 274 с.
14. Меерсон Ф.З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность. – М: Наука, 1975. – 263 с.
15. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново: Иван. Гос. Мед. академия, 2002. – 290 с.
16. Мчедлишвили Г.И. Регуляция мозгового кровообращения. – Тбилиси: «Мецниереба», 1980. – 158 с.
17. Пономарёва Т.А. Срочная адаптация системы кровообращения детей младшего школьного возраста к работе на компьютере: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 20 с.
18. Рублева Л.В. Развитие основных функций миокарда детей 7-15 лет, проживающих в различных экологических условиях: Дисс. ... канд. биол. наук. – М., 1999. –188 с.
19. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Вриабельность ритма сердца. – 2001. – 200 с.
20. Справочник педиатра-кардиоревматолога / Под ред. Р.Э. Мазо. – Минск: Наука и техника, 1982. – 342 с.

21. Трегубова М.В. Особенности сократительной деятельности сердца дзюдоистов 16 – 20 лет массовых разрядов при различной интенсивности физических нагрузок: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2008. – 22 с.
22. Тупицын И.О., Андреева И.Г., Безобразова В.Н. с соавт. Развитие системы кровообращения//Физиология развития ребенка / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер, 2000. – С. 148-166.
23. Фёдоров Б.М. Стресс и система кровообращения. – М.: Медицина, 1991. – 319 с.
24. Хомич М.М. Возрастные изменения временных показателей электрокардиограммы у детей // Вопр. соврем. педиатрии. – 2006. – № 2. – С. 17-19.
25. Шварков С.Б. Синдром вегетативной дистонии у детей и подростков: автореф. дис.... докт. мед. Наук. – М., 1993. – 70 с.
26. Яруллин Х.Х. Клиническая реоэнцефалография. – М.: Медицина, 1983. – 217 с.
27. Aaslid R., Lash S.R., Bardy G.H. et al. Dynamic pressure – flow velocity relationships in the human cerebral circulation // Stroke. – 2003. – Vol. 34. – P. 326-341.
28. Hamner J.W., Michael A.C., Seiji M. Spectral indices of human cerebral blood flow control: responses to augmented blood pressure oscillations // J. Physiol. – 2004. – Vol. 559. – P. 965-973.
29. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996.– 93. – P.1043-1065.
30. Kushnir, M.M. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry assay for androstenedione, dehydroepiandrosterone, and testosterone with pediatric and adult reference intervals / M.M. Kushnir, T. Blamires, A.L. Rockwood [et al.] // Clin. Chem. – 2010. – V. 56, № 7. – P. 1138-1147.
31. Mouritsen, A. The pubertal transition in 179 healthy Danish children: associations between pubarche, adrenarche, gonadarche, and body composition / A. Mouritsen, L. Aksglaede, K. Soerensen // Eur. J. Endocrinol. – 2012. – V. 168, № 2. – P. 129-136.
32. 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 // COT Res. – 1986; 59: 178-193.
33. Saczawa, M.E. Methodological considerations in use of the cortisol/DHEA(S) ratio in adolescent populations / M.E. Saczawa, J.A. Graber, J. Brooks-Gunn [et al.] // Psychoneuroendocrinology. – 2013. – V. 15.
34. Thankamony, A. Higher levels of IGF-I and adrenal androgens at age 8 years are associated with earlier age at menarche in girls / A. Thankamony, K.K. Ong, M.L. Ahmed // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2012. – V. 97, No 5. – P. 786-790.
35. Tolonen U., Sulg I.A. Comparison of quantitative EEG parameters from four different analysis techniques in evaluation of relationships between EEG and CBF in brain infarction // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. – 1981. – Vol. 51. – P. 177-185.
36. Topcu B Akalin The autonomic nervous system dysregulation in response to orthostatic stress in children with neurocardiogenic syncope. // Cardiol Young. – 2010. – Apr; 20(2):165–72. Ep 2010 Mar 22.

37. 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, № 3. – P. 546-548 (2003).

38. Van Hulle, C.A. Genetic and environmental contributions to covariation between DHEA and testosterone in adolescent twins / C.A. Van Hulle, M.N. Moore, E.A. Shirtcliff [et al.] // Behav. Genet. – 2015. – V. 45, No 3. – P. 324-340.

39. Yamamoto Y. Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability / Yamamoto Y., Hughson RL, Peterson JC // J. Appl. Physiol. – 1991. – 71. – P. 1143-1150.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ 13-14 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ НАПРЯЖЕННОЙ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИЙ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ

И.А. Криволапчук^{*1}, М.Б. Чернова^{*}, Е.В. Савушкина^{**}

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

^{**}Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно

Установлено, что функциональное состояние (ФС) подростков 13-14 лет на разных стадиях полового созревания (СПС) в определенной мере зависит от уровня развития выносливости и скоростно-силовых способностей.

Установлено, что когнитивные нагрузки, реализуемые в режиме оптимального и максимального темпа работы, вызывают у выносливых подростков менее значительные изменения ряда вегетативных показателей ФС на фоне более высокой эффективности деятельности, по сравнению со школьниками, имеющими недостаточную физическую подготовленность. Они характеризовались также высокой физиологической сопротивляемостью стрессу.

При сравнении подростков, различающихся по уровню скоростно-силовых способностей, показано, что мальчики с хорошей подготовленностью отличались высокими значениями основных параметров артериального давления крови на фоне средней продуктивности познавательной деятельности. Они характеризовались также меньшей фрустрацией потребности в достижении успеха.

Ключевые слова: когнитивные нагрузки, функциональное состояние, двигательная подготовленность, выносливость, скоростно-силовые способности, половое созревание.

Functional state of 13-14-year-old school children under intensive cognitive load depending on their puberty and motor readiness stages. It has been stated that functional state (FS) of 13-14-year-old children at different puberty stages (PS) depends to some extent on the stamina level and speed-power characteristics.

It has been found out that the cognitive activity performed at optimal and maximum work speed causes less significant changes of vegetative FS and stimulates higher efficiency in adolescents who are physically well prepared in comparison with the school-children having insufficient physical readiness. They also demonstrated high physiological stress resistance.

The comparison of adolescents with different speed-power abilities showed that the boys with good readiness demonstrated high blood arterial pressure while the cognitive productivity is at middle level. They are also characterized by lower frustration level when they fail to reach success.

Key words: *cognitive workload, functional state, motor readiness, stamina, speed-power abilities, puberty stage.*

Проблема факторов, обуславливающих уровень и особенности функционального состояния (ФС), занимает особое место при его изучении [3, 8, 11]. В пубертатный период среди наиболее важных факторов, определяющих ФС, выделяют степень полового созревания и объем привычной физической активности. Это связано с тем, что особенности функционирования организма подростков в большей мере определяются биологическим, чем паспортным возрастом [7, 14, 15, 16, 19, 21, 22]. Вследствие этого дети одного и того же паспортного возраста обладают различными функциональными возможностями, что вызывает необходимость дифференцированного подхода к ним на данном этапе онтогенеза. Наряду с этим имеются данные о том, что индивиды с оптимальной физической активностью, имеющие высокий уровень развития кондиционных двигательных способностей, более устойчивы к психологическому стрессу и когнитивным перегрузкам, чем лица с недостаточной двигательной подготовленностью [9, 10, 26, 29, 32, 35, 36, 41, и др.]. Вместе с тем до сих пор не выявлены особенности ФС подростков при напряженных когнитивных нагрузках в зависимости от уровня развития кондиционных двигательных способностей.

Целью настоящей работы явилось исследование особенностей ФС подростков 13-14 лет с высоким и низким уровнем развития выносливости и скоростно-силовых способностей при напряженной когнитивной нагрузке с учетом стадии полового созревания (СПС).

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие мальчики 13-14 лет ($n=194$), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Исследование проходило в соответствии с Хельсинской декларацией.

Степень полового созревания оценивали по методике, предложенной Д.В. Колесовым и Н.Б. Сельверовой [6]. По совокупности вторичных признаков выделяли пять стадий полового созревания: I стадия – препубертатный этап; II стадия – этап активации гипофиза; III стадия – этап активации гонад; IV стадия – этап активного стероидогенеза; V стадия – завершение пубертата [16, 19, 22].

В качестве модели информационной нагрузки использовали работу с фигурными таблицами. Обследование осуществлялось в состоянии покоя и в двух режимах работы: 1) автотемп; 2) максимальный темп при наличии «угрозы наказания». Перед выполнением первого задания испытуемым сообщалось, что они должны работать в удобном для себя темпе, а перед реализацией второго – им давалась инструкция, содержащая требование безошибочно работать с максимально возможной скоростью. В качестве «наказания» применялся стандартный набор порицающих замечаний и сильный звук. По результатам выполнения тестового задания рассчитывали объём работы (А) и коэффициент продуктивности (Q). Умственная работоспособность оценивалась также в условиях школы до ($A_{до}$, $Q_{до}$) и после ($A_{после}$, $Q_{после}$) уроков в среду [12].

В качестве методики субъективной оценки состояния использовали тест САН. «Самочувствие», «Активность», «Настроение» также определяли в среду до и после уроков.

Для изучения индивидуально-психологических особенностей школьников использовали опросник Филипса [13]. По результатам тестирования оценивались 8 факторов (синдромов) личностной тревожности (ЛТ): 1) общая тревожность; 2) переживание социального стресса; 3) фрустрация потребности в достижении успеха; 4) страх самовыражения; 5) страх ситуации проверки знаний; 6) страх несоответствия ожиданиям окружающих; 7) низкая физиологическая сопротивляемость стрессу; 8) проблемы и страхи в отношениях с учителями.

Определяли показатели временного анализа вариативности сердечного ритма [23]. Для этого записывали 300–500 RR-интервалов в состоянии покоя и 100-150 RR-интервалов во время выполнения тестовых заданий. При тестировании учитывали общие рекомендации по интерпретации показателей вариативности сердечного ритма в условиях проведения функциональных проб. Реализация метода осуществлялась при помощи автоматизированного комплекса на базе персонального компьютера. Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), моду (Mo), амплитуду моды (AMo), разброс кардиоинтервалов (MxDMn), среднее квадратическое отклонение (SDNN), стресс-индекс (SI).

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

Комплекс контрольных упражнений состоял из показателей, характеризующих уровень развития кондиционных двигательных способностей: бег 20 метров с хода; прыжок в длину с места; подтягивание из виса на перекладине; шестиминутный бег; поднимание туловища из положения «лёжа на спине» за 1 минуту; станковая динамометрия. В процессе исследования для оценки уровня общей выносливости определяли также время удержания «до отказа» нагрузки 3 Вт/кг (t1).

Полученный фактический материал обработан общепринятыми методами статистического анализа. Определялись статистические характеристики ряда измерений и проводилась проверка статистических гипотез. Достоверность различий оценивали с помощью параметрических и непараметрических критериев для корреляционно независимых выборок. Количество мальчиков с I и V СПС в рассматриваемой выборке подростков 13-14 лет не превышало 5 человек. Поэтому в ходе дальнейшей работы анализировались данные обследования только школьников со II, III и IV СПС.

В процессе статистической обработки полученных данных была осуществлена градация всей выборки испытуемых по трем уровням развития кондиционных двигательных способностей. Для этого использовалась перцентильная шкала. Величины, лежащие в пределах $M \pm 0,67\sigma$, соответствовали среднему уровню. Результаты, имеющие более значительные отклонения от средней в сторону увеличения или уменьшения, относились к высокому и низкому уровням. Высокому уровню соответствовала оценка в 3 балла, среднему - 2 балла, низкому - 1 балл. Для удобства анализа полученных эмпирических данных находилась интеграль-

ная оценка выносливости и скоростно-силовой подготовленности, выраженная в баллах. В первом случае использовались результаты выполнения шестиминутного бега, поднимания туловища и удержания «до отказа» нагрузки 3 Вт/кг, во втором – результаты бега на 20 метров, прыжка в длину, подтягиваний, становой динамометрии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение ФС подростков 13-14 лет со II, III и IV СПС при реализации когнитивной нагрузки в режиме оптимального и максимального темпа работы показало, что тестовые задания вызывают у них повышение уровня неспецифической активации ЦНС и возрастание напряжения системы регуляции физиологических функций. В процессе выполнения тестовых заданий происходило увеличение ЧСС, АМо, SI, СД, ДД, САД, ДП, ИК, ИМ и уменьшение RRNN, Мо, МхDMn, SDNN (рис). Переход от первого режима работы ко второму сопровождался дальнейшим повышением активности симпатического отдела ВНС и возрастанием психофизиологических «затрат» на переработку значимой информации (см. рис). Полученные результаты показывают, что физиологическая цена работы в комфортном режиме ниже, чем при нагрузке в максимальном темпе.

Наряду с этим при сопоставлении абсолютных значений рассматриваемых показателей ФС, установлено, что у мальчиков 13-14 лет со II и III СПС отмечается избыточная психофизиологическая реактивность в условиях напряженной тестовой нагрузки по сравнению с их сверстниками с IV СПС. Это отражает высокую физиологическую цену адаптации и низкие функциональные возможности организма подростков, находящихся на начальных стадиях полового созревания (см. рис. 1). Эти сведения хорошо согласуются с данными научной литературы и ранее полученными нами результатами [21, 33, 38, 8].

В процессе исследования у подростков с высокой и низкой выносливостью и скоростно-силовой подготовленностью находились также средние величины оценки уровня полового созревания. Анализ полученных результатов показал, что школьники 13-14 лет с различной скоростно-силовой подготовленностью статистически значимо ($p < 0,05-0,001$) отличались по степени половой зрелости. При этом мальчики с хорошей подготовленностью имели в среднем более высокую стадию полового созревания, чем школьники того же возраста с низкой ее интегральной оценкой. Аналогичная зависимость выявлена и в отношении длины и массы тела. Группы же подростков с высокой и низкой оценкой выносливости по степени полового созревания не отличались.

В ходе исследования установлено, что ФС детей 13-14 лет и в состоянии покоя, и в условиях напряженной когнитивной нагрузки, в значительной степени определяется двигательной подготовленностью.

Обнаружены выраженные отличия между подростками с одной и той же стадией полового созревания, подразделенными на группы на основе комплексного показателя развития выносливости (табл.). Так, в условиях относительного покоя у подростков со II СПС с высоким и низким уровнем выносливости выявлены отличия ($p < 0,05-0,001$) по средней величине RRNN, $A_{до}$, «настроение»_{до}. При работе в режиме автотемпа значимые ($p < 0,05-0,001$) различия между испытуемыми с разным уровнем выносливости обнаружены в отношении RRNN, ЧСС, ДП, а

при работе в режиме «максимальный темп» – в отношении RRNN, ЧСС, ДП и А (см. табл. 1).

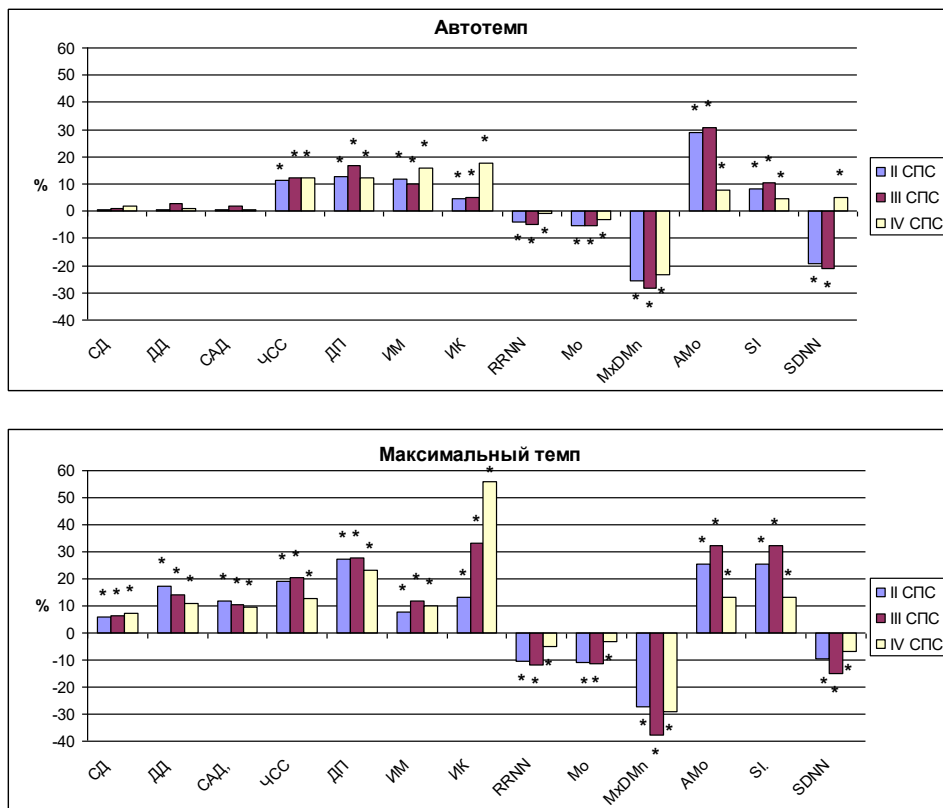


Рис. 1. Сдвиги показателей функционального состояния у подростков 13-14 лет при когнитивной нагрузке.

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

У мальчиков с III СПС в состоянии покоя межгрупповые различия ($p < 0,05-0,001$), обусловленные уровнем выносливости, касались таких показателей как RRNN, ЧСС, ДП, $A_{до}$, $Q_{до}$, «активность»_{до}, ЛТ (фактор 7 по Филлипсу). При реализации когнитивной нагрузки с комфортной скоростью различия ($p < 0,05-0,001$) между испытуемыми с высокой и низкой выносливостью обнаружены в отношении RRNN, Мо, ЧСС, ДП, СД, САД, А, Q, а при работе с максимальной скоростью – в отношении RRNN, Мо, ДП, СД, САД, А (см. табл. 1).

У подростков с IV СПС, характеризующихся высокой и низкой выносливостью, выявлены различия ($p < 0,05-0,001$) по величине ЧСС, Мо, ДП, ДД, $A_{до}$, «активности»_{до}, ЛТ (фактор 7 по Филлипсу). При работе в режиме автотемпа значимые ($p < 0,05-0,001$) отличия обнаружены в отношении ЧСС, МхDMn, СД, САД, ДП, Q, а при выполнении когнитивного задания в максимальном темпе они касались ЧСС, МхDMn, СД, ДД, САД, ДП, А, Q (см. табл.).

Таблица 1

Показатели функционального состояния подростков 13-14 лет, в отношении которых выявлены значимые различия, обусловленные уровнем двигательной подготовленности

Критерий	Стадия полового созревания	Показатели		
		Фон	Автотемп	Максимальный темп
Суммарная оценка выносливости	II	RRNN, Адо уроков, Qдо уроков, «Настроение» до уроков	RRNN, ЧСС, ДП	RRNN, ЧСС, СД, А
	III	RRNN, ЧСС, ДП, Адо уроков, Qдо уроков, «Активность» до уроков, ЛП (фактор 7 по Филлипсу)	RRNN, Мо, ЧСС, ДП, СД, САД, А, Q	RRNN, Мо, ДП, СД, САД, А
	IV	ЧСС, Мо, ДП, ДД Адо уроков, «Активность» до уроков, ЛП (фактор 7 по Филлипсу)	ЧСС, МхDMn, СД, САД, ДП, Q	ЧСС, МхDMn, СД, ДД, САД, ДП, А, Q
Суммарная оценка скоростно-силовой подготовленности	II	СД, САД, Адо уроков, Qдо уроков	СД, САД	СД, САД, Q
	III	СД, САД, ДД, Адо уроков, Qдо уроков ЛП (фактор 3 по Филлипсу)	СД, САД	СД, ДД, Q,
	IV	СД, САД, ДД, Адо уроков, Qдо уроков	СД, САД, ДД, А, Q	СД, САД, ДД, Q

Примечание: представлены межгрупповые различия при $p < 0,05-0,001$.

Таким образом, мальчики 13-14 лет с высоким уровнем развития выносливости на всех рассматриваемых стадиях полового созревания отличались низкой активированностью в состоянии покоя, сдвигом вегетативного баланса в сторону преобладания тонуса парасимпатического отдела ВНС, а также хорошей умственной работоспособностью и высоким уровнем субъективной оценки состояния в начале учебного дня. Для них характерна высокая физиологическая устойчивость к стрессу. Когнитивная нагрузка, реализуемая в режиме оптимального и максимального темпа работы, вызывала у выносливых детей 13-14 лет со II, III и IV СПС менее значительные изменения ряда физиологических, психологических и поведенческих показателей функционального состояния, по сравнению со школьниками с такой же стадией полового созревания, имеющими недостаточную двигательную подготовленность.

Иные сведения получены при сравнении подростков, различающихся по уровню скоростно-силовой подготовленности. Так, мальчики со II СПС с хорошей скоростно-силовой подготовленностью в состоянии покоя характеризовались высокими значениями СД, САД, ДД и низкими величинами $A_{до}$ и $Q_{до}$ (см. табл. 1). При выполнении работы с комфортной скоростью различия ($p < 0,05-0,001$) между испытуемыми с высоким и низким уровнем скоростно-силовых качеств были обнаружены в отношении СД и САД, а при работе с максимальной скоростью они касались СД, САД и Q (см. табл. 1).

У школьников с III СПС с высоким и низким уровнем скоростно-силовых способностей в состоянии покоя выявлены различия ($p < 0,05-0,001$) в отношении СД, САД, ДД, $A_{до}$, $Q_{до}$, ЛТ (фактор 3 по Филлипсу). При работе в режиме автотемпа испытуемыми с разным уровнем скоростно-силовой подготовленности отличались ($p < 0,05-0,001$) по величине СД и САД, а при реализации когнитивной нагрузки с максимальной скоростью – СД, ДД и Q (см. табл. 1).

Мальчики с IV СПС с высоким уровнем развития скоростно-силовых качеств по сравнению с подростками с недостаточной подготовленностью в состоянии покоя характеризовались более высокими значениями ($p < 0,05-0,001$) СД, ДД, САД и более низкими – $A_{до}$, $Q_{до}$. При работе в режиме автотемпа межгрупповые различия ($p < 0,05-0,001$) обнаружены в отношении СД, ДД, САД, А, Q. При реализации когнитивной нагрузки с максимальной скоростью они касались ($p < 0,05-0,001$) СД, ДД, САД, Q (см. табл. 1). Важно отметить, что в целом «тренированные» школьники отличались более высокими гемодинамическими показателями, меньшей продуктивностью деятельности и меньшей фрустрацией потребности в достижении успеха. Последнее расценивается нами как положительное явление.

В литературе отсутствует информация об особенностях ФС подростков при напряженной когнитивной нагрузке, определяемых уровнем развития выносливости и степенью половой зрелости. Вместе с тем к настоящему времени, в большом количестве научных работ показано, что лица с высокой аэробной выносливостью в состоянии покоя отличаются преобладанием активности парасимпатического отдела ВНС, низким уровнем тревожности и депрессии, что сочетается обычно с усилением индивидуальной сопротивляемости стрессу [1, 3, 20, 29 и др.]. Имеются также сведения о том, что выносливые лица, в том числе и дети, обнаруживают менее выраженные психофизиологические изменения ФС при психологическом стрессе и напряженной познавательной деятельности [9, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 41, 42], а также характеризуются высокой академической успеваемостью [37, 43, 44]. Нормализация психофизиологической реактивности у выносливых детей ассоциируется с повышением мощности и экономичности функционирования стресс-реализующих и стрессограничивающих систем организма, при этом важно отметить особую роль парасимпатической системы в повышении стрессоустойчивости выносливых школьников. Наряду с этим физические нагрузки на выносливость повышают пластичность нейронных сетей, регулирующих деятельность симпатической нервной системы. Предполагается, что адекватная физическая активность уменьшают симпатическое возбуждение, снижая активацию нейронов в тех областях мозга, которые ответственны за регуляцию функций системы кровообращения [40].

Мы полагаем, что в определенной мере противоположно направленное влияние уровня развития выносливости и скоростно-силовых способностей на ФС детей при напряженной познавательной деятельности, определяется различиями в физиологических и биохимических механизмах, лежащих в основе их проявления. Некоторые из этих различий требуют дополнительного обсуждения. Так, особенности ФС подростков с высокой скоростно-силовой подготовленностью, возможно, обусловлены специфическими требованиями, предъявляемыми скоростной работой к высшей нервной деятельности, особенно к возбудимости и реактивности нервной системы. Известно, что лица, обладающие

выраженными скоростными качествами, предпочитающие интенсивную кратковременную работу, отличаются определенными типологическими особенностями. Это, прежде всего, слабая нервная система, дающая преимущество в быстродействии [4]. Фоновая активированность у субъектов со слабой нервной системой выше, чем у субъектов с сильной нервной системой. Они раньше достигают и предельного уровня активации, при котором наблюдаются наибольшие и самые быстрые ответные реакции [4, 17, 18]. Различия, на наш взгляд, состоят и в том, что проявление скоростно-силовых качеств во многом зависит от способности стресс-реализующих систем к гипермобилизации ресурсов организма и интенсивному их использованию в кратчайший промежуток времени, тогда как проявление общей выносливости, прежде всего, определяется экономичностью функционирования стресс-реализующих систем, и мало зависит от их способности к предельно быстрой мобилизации большого объема ресурсов. Именно этим можно объяснить повышенную активированность в состоянии покоя и выраженную психофизиологическую реактивность в условиях напряженной когнитивной нагрузки у подростков со II, III и IV СПС, характеризующихся высоким уровнем скоростно-силовых способностей.

Отдельно следует обсудить выявленную на всех стадиях полового созревания специфику гемодинамического обеспечения напряженной когнитивной нагрузки у подростков с хорошей скоростно-силовой подготовленностью. Известно, что уровень артериального давления в подростковом возрасте напрямую связан со степенью половой зрелости и физическим развитием. При одном и том же календарном возрасте артериальное давление у индивидуумов с большей длиной и массой тела выше [5, 14, 39]. Найдена положительная корреляционная связь между величиной артериального давления и ростом детей, причем взаимосвязь данных переменных более сильна, чем их корреляция с возрастом [25]. На основе использования многомерного статистического анализа установлено, что степень полового созревания, индекс массы тела, окружность талии, количество подкожного жира, являются независимыми переменными, связанными с показателями уровня артериального давления крови у подростков [39]. В нашем исследовании установлено, что мальчики 13-14 лет с высоким уровнем скоростно-силовой подготовленности, отличались от школьников с недостаточной «тренированностью» более высокой степенью полового созревания, а также превосходили их по длине и массе тела. Поэтому выявленные различия в уровне артериального давления крови при выполнении напряженной познавательной деятельности могут быть обусловлены не только особенностями психофизиологической реактивности, но и уровнем физического развития и темпами полового созревания. Этот вопрос требует дальнейшего изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что на начальных стадиях полового созревания у мальчиков 13-14 лет отмечается избыточная психофизиологическая реактивность в условиях напряженной когнитивной нагрузки. Это обуславливает высокую физиологическую цену адаптации и низкие функциональные возможности

организма подростков, находящихся на II и III стадиях полового созревания по сравнению с их сверстниками с IV СПС.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что ФС подростков 13-14 лет на всех стадиях полового созревания зависит от уровня развития выносливости и скоростно-силовых способностей.

Установлено, что выносливые школьники по ряду показателей характеризуются низкой активированностью в состоянии спокойного бодрствования, сдвигом вегетативного баланса в сторону преобладания тонуса парасимпатического отдела ВНС и высокой физиологической сопротивляемостью стрессу. Когнитивные нагрузки, реализуемые в режиме оптимального и максимального темпа работы, вызывают у выносливых подростков менее значительные изменения ряда вегетативных показателей ФС на фоне более высокой эффективности деятельности, по сравнению со школьниками, имеющими недостаточную физическую подготовленность.

При сравнении подростков, различающихся по уровню скоростно-силовых способностей, показано, что мальчики с хорошей подготовленностью на всех стадиях полового созревания отличались высокими значениями основных параметров артериального давления крови на фоне средней продуктивности познавательной деятельности. Они характеризовались также меньшей фрустрацией потребности в достижении успеха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Медицина, 1984. – 220 с.
2. Данилова Н.Н. Психофизиология. – М.: Аспект Пресс, 2012. – С. 324-356.
3. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 192 с.
4. Ильин, Е.П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер, 2001. – 461 с.
5. Калужная Р.А. Школьная медицина. – М.: Медицина, 1975. – 392 с.
6. Колесов Д.В., Сельверова Н.Б. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания. - М: Педагогика, 1978.-224с.
7. Крайг Г. Психология развития. – СПб.: Питер. 2000.– 992 с.
8. Криволапчук И.А. Уровень выносливости как фактор, детерминирующий психофизиологическую реактивность детей 11-12 лет в условиях информационной нагрузки / И.А. Криволапчук, Г.А. Зайцева, М.Б. Чернова, С.А. Баранцев, Н.В. Полянская // Новые исследования. – 2014. – № 4. – С. 33-39.
9. Криволапчук И.А. Эффективность реализации когнитивных заданий школьниками 12-13 лет в зависимости от уровня двигательной подготовленности / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, Е.В. Савушкина, Н.В. Полянская, С.А. Баранцев // Новые исследования. – 2015. – № 4. – С. 33-39.
10. Криволапчук И.А. Функциональное состояние школьников 10-11 лет с высоким и низким уровнем развития общей выносливости / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, С.А. Баранцев, Д.В. Мельников, Н.В. Полянская // Новые исследования. – 2013. – № 2. – С. 78-85.

11. Медведев В.И. Адаптация человека. – СПб.: Институт мозга РАН, 2003. – 584 с.
12. Методические рекомендации по физиолого-гигиеническому изучению учебной нагрузки / Под ред. М.В. Антроповой. – М.: Изд-во АПН ССР, 1988. – 67 с.
13. Микляева А.В., Румянцева П.В. Школьная тревожность: диагностика, профилактика, коррекция. – СПб.: Речь, 2007. – 248 с.
14. Подростковая медицина. Руководство / Под ред. Л.И. Левиной, А.М. Куликова. – СПб: Питер, 2006. – 544 с.
15. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2009. – 432 с.
16. Ремшмидт Х. Подростковый и юношеский возраст: Проблемы становления личности. – М.: Мир, 1994. – 320 с.
17. Стрелец В.Б., Голикова Ж.В. Психофизиологические механизмы стресса у лиц с различной выраженностью активации // Журнал высшей нервной деятельности. – 2001. – Т. 51, № 2. – С. 166-173.
18. Стреляу Я. Роль темперамента в психическом развитии. – М.: Прогресс, 1982. – 231 с.
19. Тэннер Дж. Кривая роста человека // Биология человека. – М.: Мир, 1979. – С. 385.
20. Ульянинский Л.С. Эмоциональный стресс и экстракардиальная регуляция // Физиологический журнал. – 1994. – Т. 80, № 2. – С. 23-33.
21. Физиология подростка / Под ред Д.А. Фарбер. – М.: Педагогика, 1988. – 208 с.
22. Физиология развития ребенка: Руководство по возрастной физиологии / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2010. – 768 с.
23. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
24. Aerobic exercise training and cardiovascular reactivity to psychological stress in sedentary young normotensive men and women / T.W. Spalding [et al] // Psychophysiology. – 2004. – Vol. 41, № 4. – P. 552-562.
25. Bourquia A., Refass A., Tahiri S., Ouazzani M., Ksyer M., Chihab Eddine L. Arterial blood pressure in Moroccan children and adolescents // Ann Pediatr (Paris). 1991. – Vol. 38(8). – P. 576-83.
26. Brook, S. Efficiency of Coping with a Real-Life Stressor: A Multimodal Comparison of Aerobic Fitness / S. Brook, B. Long // Psychophysiology. – 1987. – Vol. 24, № 2. – P. 355–365.
27. Cardiovascular Responses to Stress: II. Relationships to Atrobic Exercise Patterns / K. Light [et al] // Psychophysiology. – 1987. – Vol. 24. № 1. – P. 79-86.
28. Crews, D.J. Aerobic physical activity effects on psychological well-being in low-income Hispanic children / D.J. Crews, M.R. Lochbaum, D.M. Landers // Percept Mot Skills. – 2004. – Vol. 98, № 1. – P. 319-324.
29. Everly G., Latin J. A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response. NY: Springer, 2013. – 486 p.

30. Ferrara L.A., Mainenti G., Fasano M.L., Marotta T. et al. Cardiovascular response to mental stress and to handgrip in children. The role of physical activity // *Jpn Heart J.* – 1991. – Vol. 32, № 5. – P. 645-654.
31. Forcier K., Stroud L.R., Papandonatos G.D. et al. Links between physical fitness and cardiovascular reactivity and recovery to psychological stressors: A metaanalysis // *Health Psychol.* – 2006. – Vol. 25, № 6. – P. 723-739.
32. Hamer M, Steptoe A. Association Between Physical Fitness, Parasympathetic Control, and Proinflammatory Responses to Mental Stress // *Psychosomatic Medicine.* – 2007. – Vol. 69. – P. 660-666.
33. Hare T.A., Tottenham N., Galvan A. Voss H.U., Glover G.H., Casey B.J. Biological substrates of emotional reactivity and regulation in adolescence during an emotional go–nogo task. // *Biol. Psychiatry.* – 2008. 63(10): 927–934.
34. Holmes, D. Association of Aerobic Fitness with Pulse Rate and Subjective Responses to Psychological Stress / D. Holmes, D. Roth // *Psychophysiology.* – 1985. – Vol. 22. – № 5. – P. 525-529.
35. Klaperski S., von Dawans B., Heinrichs M., Fuchs R. Does the level of physical exercise affect physiological and psychological responses to psychosocial stress in women? // *Psychology of Sport & Exercise.* – 2013. – Vol. 14, Issue 2, – P. 266-274.
36. 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.
37. London R.A., Castrechini S. A longitudinal examination of the link between youth physical fitness and academic achievement // *J Sch Health.* – 2011. – 81(7). – P. 400–408.
38. Low C.A., Salomon K., Matthews K.A. Chronic life stress, cardiovascular reactivity, and subclinical cardiovascular disease in adolescents. *Psychosom. Med.* 2009. 71(9): 927–931.
39. Moser D.C., Giuliano Ide C., Titski A.C. et al. Anthropometric measures and blood pressure in school children // *J Pediatr (Rio J).* – 2013. – 89 (3). – P. 243-249.
40. 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.
41. 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.
42. Steptoe, A. Cardiovascular activity during mental stress following vigorous exercise in sportsmen and inactive men/ A. Steptoe, N. Kearsley, N. Walters // *Psychophysiology.* – 1993. – Vol. 30, № 3. – P. 245-252.
43. Telford R.D., Cunningham R.B., Telford R.M., Abhayaratna W.P. Schools with fitter children achieve better literacy and numeracy results: evidence of a school cultural effect // *Pediatr Exerc Sci.* – 2012. – 24(1). – P. 45-57.
44. Wittberg RA, Northrup KL, Cottrell LA. Children’s aerobic fitness and academic achievement: a longitudinal examination of students during their fifth and seventh grade years // *Am J Public Health.* – 2012. – 102(12). – P. 2303-2307.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И СТРУКТУРЫ ПИТАНИЯ ПОДРОСТКОВ 12-15 ЛЕТ

А.Г. Макеева¹,
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва

Проведено исследование особенностей поведения подростков, связанного с питанием. В исследовании приняли участие 2000 школьников 12-15 лет, жители 4 городов России. Были выявлены особенности рациона, режима питания, вкусовых предпочтений подростков, зависимость характеристик питания от пола, возраста и региона проживания, роль школьной столовой в обеспечении регулярного и рационального питания. Проведен социопедагогический анализ результатов исследования и выделен круг проблем, связанных с питанием подростков, которые могут быть решены за счет использования средств обучения и воспитания.

Ключевые слова: питание, пол, возраст, подросток.

***Nutrition behavior in 12-15-year-old teenagers.** The paper presents the results of the nutrition behavior study, conducted on 2000 students aged 12-15 years from 4 cities of Russia. The study concerned the students' eating regime and food preferences. The impact of gender and age on the development of nutrition behaviour was analysed. There was also studied the role of school canteens in providing regular and balanced diet among students. The analysis of results made it possible to determine certain problems concerning teenagers' eating behaviour, which can be solved through educational means.*

Key words: nutrition behaviour, gender, age, teenager

Состояние питания детей и подростков вызывает обоснованную тревогу – в рационе питания отсутствуют многие важные продукты и блюда, не соблюдается режим питания, используются блюда с избыточным содержанием сахара, соли и т.д [1]

Причины сложившейся ситуации многообразны – они носят не только экономический, социально-экономический, но и социокультурный характер, связанный с низким уровнем культуры питания. У детей отсутствуют необходимые знания, не сформированы полезные привычки и навыки, связанные с питанием [4].

Учитывая важность обучения основам правильного питания, большинство национальных проектов и программ, связанных с вопросами укрепления здоровья детей и подростков, сегодня включают его как обязательный компонент. Согласно Закону об образовании и Федеральным государственным образовательным стандартам, формирование основ культуры здоровья и культуры питания относятся к задачам школы и должны решаться в ходе обучения [5].

Создание воспитательных технологий, направленных на формирование полезных привычек, должно базироваться на изучении объективных характеристик

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

поведения детей и подростков, связанных с питанием. Оно не только дает представление о ключевых задачах профилактики, но также помогает выделить среди них те, которые могут быть решены за счет педагогического инструментария. Сегодня специальные исследования, предваряющие разработку образовательной программы, рассматриваются как обязательный этап для организации педагогической профилактики [6, 7, 8, 9].

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В нашей статье мы представляем результаты исследования поведения, связанного с питанием, проведенного среди подростков 12-15 лет. Сбор данных был организован в 4 городах России, всего исследованием было охвачено 2000 школьников. Данные будут использованы при разработке продолжения школьной образовательной программы «Разговор о правильном питании» [4].

Для сбора информации мы использовали два типа анкет.

Первая анкета представляла собой дневник, который подросток должен был заполнять в течение недели, отмечая там основные характеристики своего режима и рациона питания.

Вторая анкета включала вопросы, направленные на изучение общих установок и предпочтений подростков, связанных с питанием и предполагала однократное заполнение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Режим питания, рекомендованный для подростков, предполагает 4-5 кратный прием пищи в течение дня. Однако у значительной части наших респондентов режим отклоняется от рекомендованного. Среднее количество приемов пищи в течение дня - 3,5. При этом распространенность тех или иных приемов пищи среди опрошенных различается. Наиболее популярен завтрак дома и обед (дома и в школе). Средняя частота этих приемов пищи составляет 6,5 в течение недели (практически каждый день). У завтрака в школе -3,2 в течение недели. Средняя частота ужина – 6,3. Наименее распространен полдник – в среднем наши респонденты едят его 2,4 раза в неделю.

Характеристики режима питания в определенной степени зависят от пола и возраста опрошенных. Чем старше подростки, тем чаще они пропускают тот или иной прием пищи. Если в группе 12-13 летних средняя частота приема пищи составляет 3,8, то среди 14-15 летних этот показатель уже 3,5.

Режим питания девочек в большей степени, по сравнению с мальчиками, не соответствует диетологическим рекомендациям – они едят реже (3,5 раз в день), тогда как мальчики 4 раза в день - статистически значимое различие.

Режим питания подростков отличается в будние и в выходные дни. Вопреки распространенному представлению, в выходной день регулярность питания школьников не возрастает, а, наоборот, несколько снижается от 3,9 к 3,5 (статистически значимое различие). Наиболее это ярко проявляется среди мальчиков (от 4 до 3,6 раз в день – статистически значимое различие), в меньшей степени – среди девочек (от 3,6 до 3,4 раз в день).

Для анализа рациона питания мы предложили подросткам в течение недели

отмечать в списке продуктов и блюд те из них, которые они ели на завтрак, обед, полдник или ужин. Список продуктов включал как базовые, составляющие основу ежедневного здорового рациона (свежие овощи, фрукты молочные продукты, мясные и рыбные блюда, каши и хлопья и т.д.), так и продукты, относящиеся к категории junk-food (Табл. 1)

Таблица 1

Распространенность различных видов продуктов и блюд в недельном рационе подростков

Вид продукта	% подростков, кто не ел продукт в течение недели	% подростков, кто ел продукт каждый день	Сколько раз присутствовал в недельном рационе
Фрукты	6	40	5,5
молочные продукты	4	45	6
Мясо	4	25	5,5
Каша и хлопья	27	20	3
Салаты из свежих овощей	15	19	3,5
Суп	13	23	4,3
Рыба	44	-	1,2
Чипсы	47	7	2,3
Пирожное, торт	27	-	3
Сладкий газированный напиток	37	15	3,3

Представленные данные наглядно демонстрируют нехватку в недельном рационе питания подростков целого ряда важных продуктов и блюд. При этом частота употребления сладостей и junk food оказывается сравнимой с частотой употребления рыбных блюд, супов, каш и т.д.

Рацион питания подростков разных возрастных групп практически не отличается. А вот сравнение рациона питания в группе девочек-подростков и мальчиков подростков дает значимые отличия по ряду продуктов (табл. 2).

Таблица 2

Особенности распространенности различных видов продуктов и блюд среди подростков-девушек и подростков-мальчиков.

Вид продукта	Юноши (% тех, кто не ест/средняя частота употребления в неделю)	Девушки (% тех, кто не ест/средняя частота употребления в неделю)
Фрукты	6/5	1/5
Молочные продукты	7,5/5	4/5
Свежие овощи	22/3,2	13/3,5
Мясо	3,8/4,9*	8,6/3,8*
Сосиски	17,9/3,4*	26/2,6*
Чипсы	43/1,6*	53/1*
Газированные сладкие напитки	31/2,5*	43/1,5*

Девушки существенно реже, в сравнении с мальчиками едят мясо и мясные продукты. При этом они и существенно реже используют junk food и сладости. В группе юношей гораздо менее популярны салаты из свежих овощей. Среди юношей также больше тех, кто совсем не ест молочные продукты, фрукты.

Большая часть приемов пищи наших респондентов связана с домом. Однако и школьная столовая играет в питании школьников важную роль. Хотя бы раз в течение недели 54% подростков завтракали и 45% обедали в школе. Средняя регулярность школьных завтраков – 3,4 раза в неделю, школьных обедов – 2 раза в неделю.

Школьная столовая в существенной степени влияет на регулярность питания подростков. Школьники, у которых питание происходит только дома, в среднем едят 3,4 раза в день. При этом у подростков, посещающих школьную столовую (хотя бы несколько раз в неделю), средняя частота питания возрастает до 3,8.

Различия выявляются не только в режиме, но и в рационе питания школьников (табл. 3).

Таблица 3

Распространенность различных видов продуктов в недельном меню школьников, посещавших и не посещавших школьную столовую.

Вид продукта	Подростки, хотя бы раз посетившие столовую	Подростки, питающиеся исключительно дома
Суп	4,6	4,1*
Салат из свежих овощей	3,9	3,3*
Рыба	1,6	1*
Каша	3,6	2,8*
Чипсы	2,6	2,1*
Торты, пирожные	2,4	3,1*

Школьное питание способствует увеличению частоты употребления школьниками ряда полезных продуктов и блюд, благодаря сбалансированному меню, составленному с учетом диетологических рекомендаций. Одновременно, посещение столовой позволяет сократить частоту употребления подростками сладостей и junk-food. По видимому, это связано с тем, что школьники замещают «перекусы» полноценными завтраками или обедами.

К сожалению, несмотря на очевидные плюсы школьного питания оно оказывается непопулярным среди наших респондентов. В ходе исследования мы просили подростков отмечать – понравился или нет им тот или иной прием пищи. Количество негативных оценок («не понравилось», «скорее не понравилось») составило 37% от общего числа комментариев в отношении школьной еды. Тогда как в отношении домашней еды негативные оценки составляют всего 15%.

Почему школьники не любят есть в школе? С одной стороны, это может объясняться недостаточным качеством еды, и изменить эту ситуацию способна только комплексная организационная работа по улучшению школьного питания. С другой стороны, низкая популярность школьной еды может обусловлена тем, что

некоторые ее виды непривычны для подростков. Школьники не привыкли дома есть супы, каши, салаты. И в этом случае важную роль в повышении популярности школьного питания может сыграть образовательная программа.

Наши респонденты осваивают и систему общественного питания – 40% подростков в течение недели хотя бы раз посещали места общественного питания – главным образом, кафе. Средняя частота посещения – 1,2 раза в неделю. Этот показатель практически одинаков как в группе юношей, так и в группе девушек. При этом в группах подростков разного возраста этот показатель отличается – чем старше подростки, тем чаще они отмечают визиты в кафе (0,8 – среди 12-13 летних подростков и 1,7 – среди 14-15 летних подростков).

Следует отметить, что еда в кафе оказывается наиболее популярной среди подростков, практически все из посетивших кафе отметили, что еда им «понравилась».

Для изучения специфики вкусовых предпочтений мы предложили подросткам список основных групп продуктов, каждая из которых включала по 7-10 конкретных примеров. Респонденты должны были отметить- какие из перечисленных видов еды являются их «любимыми», а какие- «не нравятся».

Чаще всего в перечне «любимых» называются различные виды фруктов и мясных блюд, наименее – блюда из рыбы и овощи. Эти результаты полностью переключаются с данными о распространенности различных видов продуктов и блюд в недельном меню школьников (см. выше) – наиболее популярные продукты являются и наиболее распространенными, наименее популярные реже встречаются в меню.

Ассортимент «любимых» продуктов оказывается несколько разнообразнее в группе юношей, по сравнению с девушками, однако это отличие не является статистически достоверным. При анализе же ассортимента вкусовых предпочтений подростков разного возраста отличие оказывается более выраженным (табл.4). Чем старше подростки, тем больше число продуктов и блюд, которые им «нравятся». По-видимому, это связано с расширением реального кулинарного опыта школьников – старшие школьники знакомы с большим числом блюд (табл.4)

Таблица 4

Особенности вкусовых предпочтений подростков

Продуктовые группы	Среднее число выборов «любимых» продуктов и блюд в продуктовой группе		
	Среди всех респондентов	Среди 12-13 летних подростков	Среди 14-15 летних подростков
Фрукты	4,3	4	4,6*
Овощи	3,1	2,8	3,5*
Каша	1,8	1,6	1,9
Рыба	1,2	0,7	1,8*
Супы	2,3	2	2,5
Молочные продукты	3	2,8	3,3

ВЫВОДЫ

1. Большинство подростков едят не менее 3 раз в день. Такая регулярность питания отличается от оптимальной, рекомендованной диетологами, однако достаточна для обеспечения нормальной работы организма.

2. Существенно большую тревогу вызывает недостаточное присутствие в рационе подростков целого ряда продуктов и блюд ежедневного меню. Школьники едят недостаточно салатов и рыбных блюд, супов, блюд из мяса и т.д.

3. Частота употребления продуктов и блюд во-многом связана с спецификой вкусовых предпочтений подростков – наиболее распространенные в меню блюда чаще отмечаются школьниками в списке предпочитаемых. Развитие позитивных вкусовых предпочтений в отношении полезных продуктов и блюд может рассматриваться как один из эффективных путей улучшения состояния питания подростков.

4. В основном питание подростков происходит дома. Однако и школьная столовая играет важную роль в организации режима и рациона питания школьников – значительная часть подростков едят в школе в течение недели. Школьная столовая не только помогает обеспечить более регулярный режим питания подростков, а также присутствие в их рационе целого ряда полезных продуктов и блюд, но и формирует модель поведения, связанную с питанием – вкусовые предпочтения, представления о разнообразии блюд и их сочетаниях, нормах этикета и сервировки. К сожалению, воспитательный ресурс школьной столовой реализуется не в полной мере – многим подросткам не нравится еда в столовой. Причина этого может быть двоякой – и низкое качество еды (и тут требуются существенные организационные усилия для изменения ситуации), и специфика личного опыта школьников, когда еда в школьной столовой оказывается непривычной, отличающейся по вкусу и составу от домашней (ребенок не привык есть супы, салаты, каши). В этом случае важную роль играет воспитание, направленное на развитие вкусовых предпочтений подростков, их готовности пробовать новые продукты и блюда.

5. На характеристики питания влияют возрастные характеристики, а также пол подростка. С возрастом несколько снижается регулярность питания, однако повышается ассортимент предпочитаемых подростками продуктов, что может быть использовано для повышения реальной частоты употребления полезных блюд.

6. Подростки-девушки реже, в сравнении с юношами, едят мясо. При этом в рационе питания девушек реже встречается junk-food. По-видимому, девушки, более внимательно относящиеся к своей внешности, стараются ограничивать себя в употреблении «калорийной» пищи, к которой ошибочно относят и мясо. Такая специфика представлений, связанных с питанием, также должна учитываться при разработке образовательных программ для старших подростков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельмер С.В. Распространение дефицита микронутриентов у детей в России //

Вопросы диетологии. – 2015. – Т 5, № 1. – С. 16-20.

2. Васильева О.С. Психология здоровья человека: эталоны, представления, установки. – М.: Академия, 2001. – 352 с.

3. Ищенко А.В. Здоровье как ценность и педагогическая практика // Высшее образование в России. – 2006. – № 12. – С. 87-89.

4. Макеева А.Г. Научно-методические аспекты формирования основ культуры здоровья у детей и подростков // Вестник московского образования. – 2011. – № 15. – С. 182-192.

5. Макеева А.Г. Возможности использования образовательных программ в формировании основ культуры здоровья // Биология в школе. – 2014. – № 4. – С. 20-28

6. Brown, T., & Summerbell, C.A. A systematic review of school-based interventions that focus on dietary intake and physical activity levels to prevent childhood obesity: an update to the obesity guidance produced by the NICE // Obesity Reviews. – 2008. N10. P.110-141.

7. Bullen, K. Changing Children's Food and Health Concepts: A Challenge for Nutrition Education // Education and Health. – 2004. – N 22(4). – P. 51-55.

8. Charles McGregor Food as a Part of Culture // Education and Health. – 2007. – N 33(2). – P. 15-18.

9. Contento, I. Nutrition Education: Linking Theory, Research and Practice. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers, 2007.

10. Howerton MW, Bell BS, Dodd KW, Berrigan D, StolzenbergSolomon R, Nebeling L. School Based Nutrition Programs Produced a Moderate Increase in Fruit and Vegetable Consumption: Meta and Pooling Analyses from 7 Studies. Journal of Nutrition Education and Behavior. – 2007. – July, August;39(4). – P. 186-196.

11. Kabitskiy M.E. Kabitskaya O.E. History of nutrition and culinary traditions among peoples of the world // Education. – 2011.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У ДЕТЕЙ 9-11 ЛЕТ – УРОЖЕНЦЕВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

О.Г. Литовченко^{*}, М.С. Ишбулатова¹ **

^{*}БУ ВО Ханты – Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», 628412, г. Сургут;

^{**}Бюджетное учреждение ХМАО – Югры «Сургутская городская клиническая поликлиника №1», 628403, г. Сургут

Оценивали показатели умственной работоспособности детей младшего школьного возраста 9 – 11 лет – уроженцев Среднего Приобья в зависимости от пола и возраста. Показатели продуктивности по тесту Ландольта демонстрировали положительную динамику от 9 к 11 годам. Наблюдали нестабильную динамику интегральных показателей работоспособности у младших школьников: скорости переработки информации, выносливости и точности. По результатам исследования установлено, что среди младших школьников удельный вес детей с низкой скоростью обработки информации в группах мальчиков с возрастом увеличивался, а у девочек наблюдалась обратная динамика – снижение процентного соотношения инертных детей. Удельный вес детей с высокими показателями скорости переработки информации увеличивался от 9 к 11 годам, как у мальчиков, так и у девочек.

Ключевые слова: умственная работоспособность, дети младшего школьного возраста, уроженцы Среднего Приобья

Comparative analysis of mental work capacity in 9-11-year-old children from the mid-Ob region. The paper presents the assessment study of intellectual working capacity in 9-11-year-old children, natives of the Mid Ob region, depending on their sex and age. Efficiency indices according to the Landolt's test showed positive dynamics from 9 till 11 years old. There was observed unstable dynamics of integrated work capacity indices in younger school students: speed of information processing, endurance and accuracy. According to the research results in boys groups the number of young boys with low information processing speed increased with age, whereas in girl's groups the opposite dynamics was observed, i.e. lower percentage of inert children. The percentage of children with high information processing speed was increasing both among boys and girls with age.

Key words: intellectual working capacity, children, mid-Ob region

Современный учебно–воспитательный процесс характеризуется усложнением и перестройкой учебных программ, изменением режима работы, увеличением школьной и внешкольной нагрузки, что обуславливает повышение требований к функциональному состоянию нервной системы ребенка. Интенсификация учебного процесса без учета возрастных и индивидуальных психо–физиологических

Контакты: ¹ Ишбулатова М.С. – E-mail: <mari_ishbu.1976@mail.ru>

особенностей организма ребенка негативно сказывается на состоянии здоровья школьников [1, 2].

Дети, проживающие в Среднем Приобье, испытывают воздействие комплекса факторов, включающего суровые природно–климатические условия, урбанизацию и экологию. Температурный режим региона, сезонные и декадные колебания в сочетании с резкими изменениями атмосферного давления и влажности, контрастная фотопериодичность требуют серьезного напряжения адаптационных механизмов организма ребенка, что, безусловно, отражается на всех основных процессах [9].

В младшем школьном возрасте происходят интенсивные морфо – функциональные перестройки органов и систем, связанные, с одной стороны, с продолжающимися процессами роста и тканевой дифференциацией и, с другой стороны, с возрастающим влиянием таких факторов, как увеличение умственных нагрузок на фоне относительно невысокой двигательной активности, возрастание психоэмоциональных влияний. Суровые северные условия предъявляют повышенные требования к функциональным системам детского организма, в том числе и к центральной нервной системе [1, 2, 9].

К 9–11 годам, по мере дальнейших прогрессивных структурных преобразований в различных областях коры и их возрастающей специализации, совершенствуются механизмы произвольного внимания, и ребенок способен длительное время удерживать произвольное внимание. Этот этап развития ребенка можно рассматривать как сенситивный период формирования произвольности [3].

В связи с этим изучение особенностей умственной работоспособности детей младшего школьного возраста, являющихся уроженцами 1 – 2 поколений г. Сургута, представляется актуальным, с точки зрения установления закономерностей формирования психофизиологических функций у представителей пришлого населения северного региона.

Основные свойства нервной системы человека, которые определяют ответные реакции организма на внешние воздействия, как отмечал еще И.П. Павлов – это сила возбуждения и торможения в центральной нервной системе; подвижность, т.е. скорость с которой возбуждение меняет торможение и наоборот; уравновешенность, т.е. баланс между возбуждением и торможением.

Функциональная подвижность возбуждения и торможения определяет уровень работоспособности. Каждый ребенок имеет индивидуальный темп психической деятельности, который обозначают как «личный темп» или «собственный темп». Он проявляется в индивидуальных различиях скорости умственной деятельности: решения логических задач, заучивания, переключения внимания и так далее. У ребенка его личный темп постоянен и обусловлен врожденными особенностями нервной системы. При оптимальном соотношении нервных процессов и при синхронной, скоординированной деятельности различных физиологических систем организма достигается высокий уровень умственной работоспособности. Этот показатель отражает способность ребенка успешно адаптироваться к внешней среде [6, 7].

У современного школьника основным фактором внешней среды, оказывающей влияние на развитие нервной системы, является образовательная среда [4, 5].

С целью выявления особенностей умственной работоспособности и получения сведений о функциональном состоянии центральной нервной системы детей 9

– 11 лет Среднего Приобья, нами было проведено исследование умственной работоспособности у учащихся младших классов г. Сургута.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие учащиеся младшего школьного возраста различных образовательных учреждений г. Сургута обоего пола, в возрасте 9 – 11 лет – уроженцы Среднего Приобья. Возрастные границы определялись по дате рождения ребенка \pm 6 месяцев.

Нами было исследовано 200 детей, относящихся к I и II группам здоровья. По возрастному составу группа представлена следующим образом: мальчики 9 лет 30 (15,0%) человек, девочки 9 лет – 35 (17,5%), мальчики 10 лет – 30 (15,0%), девочки 10 лет – 34 (17,0%), мальчики 11 лет – 30 (15,0%), девочки 11 лет – 41 (20,5%) человек.

Исследования проводились в отдельной звукоизолированной аудитории, в утренние часы, в ноябре и первой декаде декабря.

Оценку динамики работоспособности и развития утомления проводили с помощью теста Э. Ландольта. При оценке теста Ландольта оценивались следующие показатели:

Q – общее количество колец, просмотренных за каждые 2 минуты работы;

A – показатель точности работы за каждые 2 минуты;

P – показатель продуктивности работы за каждые 2 минуты;

S – показатель скорости переработки информации;

Kp – коэффициент выносливости;

Ta – коэффициент точности;

At – показатель средней точности за 10 минут;

P max – P min – амплитуда колебаний продуктивности.

Обязательным условием включения в обследование было добровольное письменное информированное согласие законных представителей ребенка.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0. Результаты представлены в виде средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m). Анализ достоверности различий между группами осуществляли с использованием методов непараметрической статистики (U – тест Манна – Уитни). Для сравнения дисперсий двух вариационных рядов применялся критерий Фишера. За критический уровень значимости было принято значение $p < 0,05$ [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Умственную работоспособность можно рассматривать как интегральный показатель функционального состояния центральной нервной системы детей, который изменяется под влиянием эндогенных и экзогенных факторов. При оценке показателей продуктивности умственной работоспособности младших школьников с возрастом мы отмечали в целом увеличение данных параметров в группах как у мальчиков, так и девочек (табл. 1).

Таблица 1

*Показатели продуктивности умственной работоспособности
у детей младшего школьного возраста города Сургута
в динамике выполнения теста Э. Ландольта (M±m)*

Время проведения теста Ландольта	Показатели работоспособности	Пол/ возраст (лет)					
		мальчики			девочки		
		9	10	11	9	10	11
1-2 мин	Q1 Количество знаков	258,23 ±10,6	299,4 ±14,18	300,37 ±12,79*	256,94 ±12,82*	287,88 ±11,02	318,34 ±14,5*
	A1 усл. ед	0,88 ±0,02	0,85± 0,02	0,87 ±0,02*	0,88 ±0,01*	0,88 ±0,02*	0,84 ±0,02
	P1 усл. ед	226,93 ±9,95*	253,66 ±11,15*	259,97 11,97*	224,63 ±9,4*	253,20 ±10,8*	264,8 ±11,15*
3-4 мин	Q2 Количество знаков	238,83 ±9,83	276,07 ±13,8	256,93 ±12,59*	228,05 ±13,3*	270,64 ±11,05	284,02 ±13,5*
	A2 усл. ед	0,83± 0,02	0,79± 0,03	0,79 ±0,03*	0,83 ±0,02*	0,82 ±0,02*	0,83 ±0,02
	P2 усл. ед	194,4± 7,66*	214,66 ±10,7*	205,9 ±13,48*	184,65 ±8,44*	221,44 ±10,20*	232,19 ±9,92*
5-6 мин	Q3 Количество знаков	235,5± 9,83	300,93 ±9,64	263,7 ±10,74	216,63 ±10,94	265,97 ±11,82	280,17 ±10,96
	A3 усл. ед	0,85± 0,02	0,78 ±0,03	0,86 ±0,02*	0,86 ±0,02	0,85 ±0,02	0,82± 0,02
	P3 усл. ед	200,56± 9,22	231,83 ±14,88	224,93 ±10,52	182,55 ±8,13	222,61 ±8,62	228,12 ±8,82
7-8 мин	Q4 Количество знаков	250,43± 11,8	277,8 ±3,17	247,83 ±13,92	217,60 ±10,26	253,64 ±11,94	283,1 ±12,3
	A4 усл. ед	0,83 ±0,03	0,78± 0,03	0,82 ±0,02	0,84 0,02	0,89 ±0,02	0,84 ±0,02
	P4 усл. ед	203,4 ±9,84 ^Δ	209,8 ±7,75*	200,74 ±11,94	179,84 ±8,41 ^Δ	223,94 ±10,86	234,31 ±9,81
9-10 мин	Q5 Количество знаков	236,33± 10,66	305,86 ±22,8	276,0 ±14,09	223,65 10,22	267,73 ±11,67	286,63 ±10,33
	A5 усл. ед	0,85 ±0,02	0,78± 0,03	0,81± 0,02	0,87 ±0,02	0,87 ±0,02	0,85 ±0,02
	P5 усл. ед	197,2± 8,52	230,63 ±11,7*	223,67 ±11,0	189,18 ±5,89	233,00 ±11,41	244,19 ±10,5

*Примечание: * – достоверные отличия по сравнению с предыдущим временным интервалом $p < 0,05$; ^Δ – достоверные отличия в одной возрастной группе среди мальчиков и девочек $p < 0,05$*

Все показатели продуктивности умственной работоспособности теста Ландольта в течение первых 2 – минут демонстрировали положительную динамику от 9 к 11 годам. Нами отмечено, что уже на 3 – 4 минуте работы у учащихся наблю-

далось закономерное снижение всех показателей продуктивности умственной работоспособности (Q, A, P). Достоверные различия наблюдали в значениях количества колец, просмотренных за первые 2 минуты работы (Q1 и Q2) в группах мальчиков 11 лет и девочек 11 лет ($p < 0,05$). В этих группах школьников мы отмечали достоверное уменьшение, как общего количества просмотренных знаков, так и точности выполнения работы. При оценке изменения параметров продуктивности на последних минутах (9 – 10) выполнения теста во всех группах, кроме группы девочек 11 лет, отмечалось снижение значения всех показателей: Q, A, P.

В группе девочек 11 лет по отношению к 10 – летним девочкам снизилось общее количество переработанной информации (Q) и продуктивность, однако точность выполняемой работы возросла. Изменение показателей работоспособности у девочек совпало с началом пубертатного периода и гормональной перестройкой организма.

При анализе изменений показателей продуктивности у детей разного пола достоверные отличия нами были отмечены на 7 – 8 минуте работы в возрастной группе детей 9 лет, у мальчиков продуктивность была достоверно выше, чем у девочек ($p < 0,05$). Однако по показателям точности (A4) девочки опережали мальчиков во всех возрастных периодах.

Из полученных нами данных показателей умственной работоспособности детей младшего школьного возраста можно отметить, что возрастная динамика показателей скорости, выносливости и точности не являлась стабильной. Скорость выполнения работы с возрастом увеличивалась во всех возрастных группах, достоверные различия данного показателя нами получены в возрасте 9 и 10 лет, как у мальчиков, так и у девочек (таблица 2).

Таблица 2

Интегральные показатели умственной работоспособности у детей младшего школьного возраста города Сургута (M±m)

Показатели работоспособности	Пол/ возраст (лет)					
	мальчики			девочки		
	9	10	11	9	10	11
S усл. ед.	0,99 ±0,03*	1,13 ±0,04*	1,19 ±0,04	0,93 ±0,03*	1,11 ±0,04*	1,17 ±0,04
Kp усл. ед.	13,54 ±3,91	9,87 ±5,34	17,48 ±4,15	17,08 ±4,26	9,93 ±5,0	8,05 ±5,7
Ta усл. ед.	4,40 ±2,52	10,0 ±4,36	6,70 ±3,10	2,66 ±2,0	1,54 ±3,2	-0,82 ±2,52
At усл. ед.	0,85 ±0,02	0,80 ±0,02 ^Δ	0,83 ±0,02	0,86 ±0,02	0,86 ±0,01 ^Δ	0,84 ±0,01

Примечание: * – достоверные отличия по сравнению с предыдущей возрастной группой $p < 0,05$; ^Δ – достоверные отличия в одной возрастной группе среди мальчиков и девочек $p < 0,05$

Коэффициенты точности и выносливости в группах девочек с возрастом снижались. Данные показатели косвенно характеризуют силу нервного возбудительного процесса и способность нервных клеток длительно отвечать на действие раз-

дражителя, а так же безошибочно выполнять определенный вид деятельности. Сравнивая показатели выносливости выполнения умственной работы у детей разного пола, мы отмечали, что у девочек 9 и 10 лет данные показатели были выше, чем у мальчиков, а в возрасте 11 лет мальчики по выносливости опережали девочек. Коэффициент точности был выше у мальчиков, чем у девочек во всех возрастных группах. Однако показатели средней точности в группах девочек был выше, чем у мальчиков. Достоверные отличия нами были получены при сравнении показателя средней точности в возрастных группах 10 лет ($p < 0,05$).

При анализе полученных данных амплитуды колебаний продуктивности ($P_{\max} - P_{\min}$) (рис. 1) нами отмечено, что максимум данного показателя у мальчиков пришлось на возраст 10 лет, а в группе девочек амплитуда возросла до максимальных значений в 11 – летнем возрасте. У 10 – летних мальчиков данный показатель достоверно выше по сравнению с 9 – летними детьми ($p < 0,05$). При сравнении значения показателя амплитуды колебаний продуктивности среди детей разного пола в одной возрастной группе достоверно выше данный показатель был у 9 – летних девочек, чем у мальчиков этого возраста ($p < 0,05$).

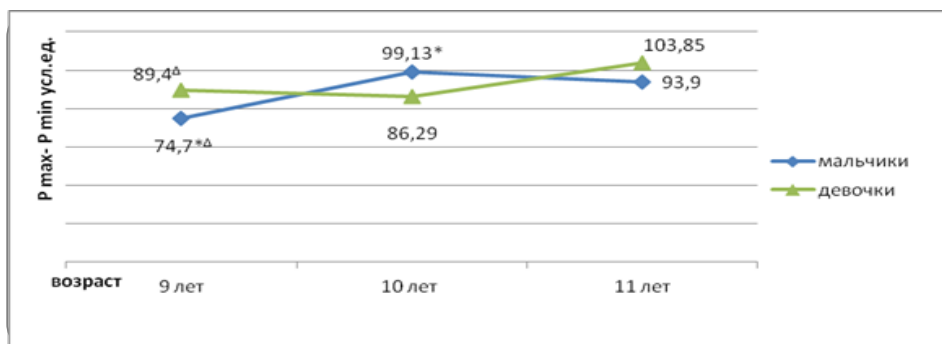


Рис. 1. Значения показателя амплитуды колебаний продуктивности младших школьников $P_{\max} - P_{\min}$

Примечание: * достоверные отличия по сравнению с предыдущей возрастной группой $p < 0,05$; Δ достоверные отличия в одной возрастной группе среди мальчиков и девочек $p < 0,05$

При интерпретации показателя скорости переработки информации по балльной системе всех испытуемых относят к следующим группам: с низкой скоростью переработки (инертные), средней скорости (подвижные) и высокой скорости (высокоподвижные) [10]. Возрастная динамика изменения удельного веса показателей скорости переработки информации у младших школьников имеет определенные особенности: удельный вес детей с низкой скоростью в группе мальчиков с возрастом увеличивался с 3,3 % до 6,7%. Однако у девочек наблюдалась обратная динамика: если в возрасте 9 лет у девочек было 10,5 % инертных детей, то в группе 11 - летних девочек мы не наблюдали инертных детей. Процентное соотношение высокоподвижных детей с возрастом увеличилось как среди мальчиков (с 6,7% до 20%), так и среди девочек (с 2,7% до 24,4%).

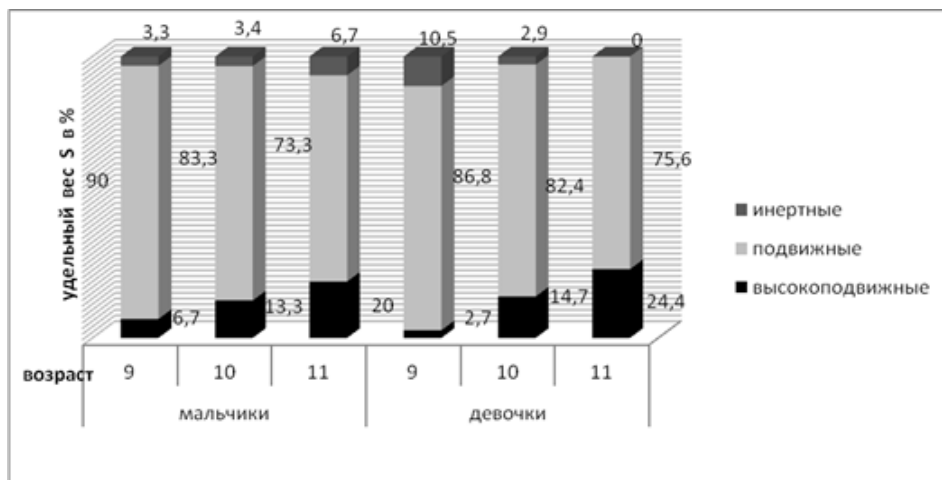


Рис. 2 Удельный вес показателей скорости переработки информации у младших школьников города Сургута (%)

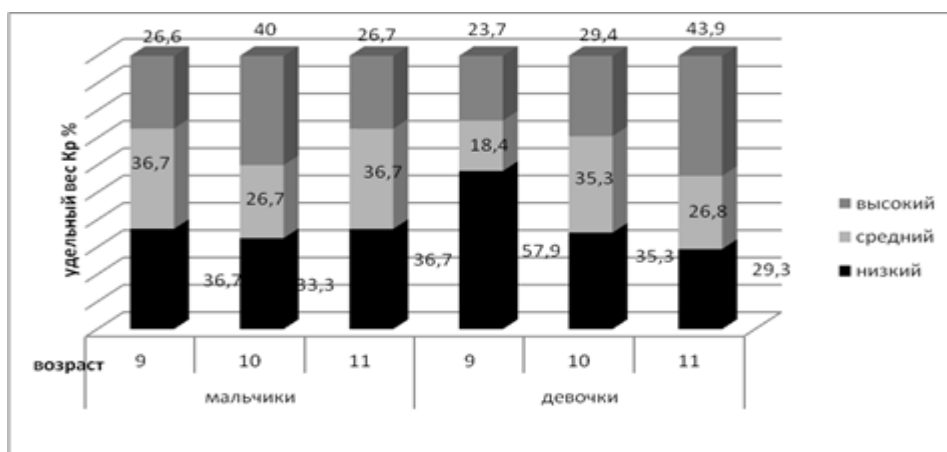


Рис. 3. Удельный вес коэффициента выносливости у младших школьников города Сургута (%)

Коэффициент выносливости определяет способность ребенка к длительному поддержанию выявленного уровня продуктивности без признаков утомления, снижающего скорость деятельности. Всех испытуемых при оценке выносливости подразделяли на детей с высоким уровнем выносливости, средним уровнем и низким. При проведении оценки возрастной динамики показателей выносливости у детей младшего школьного возраста нами отмечено, что у мальчиков данный показатель в разных возрастных группах нестабилен. У девочек по мере роста и созревания нервной системы отмечалось увеличение удельного веса детей с высоким показателем коэффициента выносливости (с 23,7% до 43,9%), а количество

детей с низким показателем выносливости уменьшилось с 57,9% у 9 – летних девочек до 29,3% у 11 – летних.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, умственная работоспособность, как показатель, который отражает функциональное состояние организма, степень его адаптации к окружающим воздействиям на момент исследования, у обследованных детей младшего школьного возраста в онтогенезе улучшалась. На 3 – 4 минуте работы у учащихся мы отмечали снижение показателей продуктивности умственной работоспособности (Q, A, P). Скорость выполнения работы с возрастом так же увеличивалась во всех возрастных группах младших школьников. Удельный вес детей с низкой скоростью обработки информации в группах мальчиков с возрастом увеличивался, а у девочек наблюдалась обратная динамика: снижение процентного соотношения инертных детей. Процентное соотношение высокоподвижных детей с возрастом увеличилось как среди мальчиков, так и среди девочек.

При формировании учебной нагрузки необходимо учитывать функциональное состояние организма ребенка, особенности созревания структур центральной нервной системы в различные возрастные периоды. Основным критерием оценки учебной нагрузки является ее соответствие функциональным возможностям организма учащихся на каждом возрастном этапе.

Задача гигиенического нормирования педагогического процесса в современной школе состоит в такой организации обучения и воспитания, которая позволяет соблюсти соответствие нагрузки возрастным возможностям детей, сохраняет их работоспособность, обеспечивает правильное, гармоничное, всестороннее развитие детей.

Учитывая введение новых образовательных программ и специфические природно – климатические условия Севера, изучение параметров умственной работоспособности у младших школьников в динамике образовательного процесса необходимо с целью оптимизации образовательной деятельности. Полученными нами данные могут быть использованы как дополнительные характеристики для контроля работоспособности и функционального состояния организма детей в различные периоды учебной деятельности.

Работа выполнена при поддержке гранта регионального конкурса проектов в области фундаментальных исследований, проводимого федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований» совместно с Департаментом образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры согласно Приказа Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры № 751 от 1 июня 2015 г. «О предоставлении в 2015 году грантов на реализацию научных проектов в области фундаментальных исследований».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Состояние здоровья современных детей и подростков и роль медико-социальных факторов в его формировании // Вестник Российской Академии Медицинских Наук. – 2009. – № 5. – С. 6.

2. Безруких М.М. Школа и здоровье детей // Проблемы современного образования. – 2011. – № 4. – С. 5-11.
3. Безруких М.М. Возрастная физиология: (физиология развития ребенка): учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 416 с.
4. Звягина Н.В., Морозова Л.В. Возрастные особенности умственной работоспособности и внимания у детей и подростков города Архангельска. *Новые исследования*. – 2011. – Т. 1, № 26. – С. 66-76.
5. Мальгина Н.А., Бочарова Е.А. Развитие произвольных психических процессов у детей младшего школьного возраста в условиях дифференцированного обучения // *Экология человека*. – 2014. – № 5. – С. 28-34.
6. Белова О.А., Плотникова Н.А., Агарвал Р.К. Уровень работоспособности и гендерные различия у учащихся 11 – 12 лет различных типов школ // *Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке»*. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 37-46.
7. Даирбаева С.Ж., Муханова А.А., Мукатаева Ж.М., Айзман Р.И. Показатели психофизиологического развития детей и подростков Павлодара // *Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина*. – 2008. – Т.6, выпуск 3, часть 2. – С. 60-64.
8. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: Медиасфера, 2006. – 312 с.
9. Соловьев В.С. Адаптация человека в условиях Ханты–Мансийского автономного округа – Югры. / В.С. Соловьев, И.А. Погонышева, Д.А. Погонышев // *Монография*. – Ханты- Мансийск: ООО «Типография «Печатное дело», 2010. – 229 с.
10. Сысоев В.Н. Тест Э. Ландольта. Диагностика работоспособности: методическое руководство. – СПб.: ГП «ИМАТОН», 2003. – 31 с.

ШКОЛА И ЗДОРОВЬЕ

УЧЕБНАЯ, ВНЕУЧЕБНАЯ И ОБЩАЯ НАГРУЗКА, РЕЖИМ ДНЯ СТАРШЕКЛАСНИКОВ ПРИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ ПОВЫШЕННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Т.М. Параничева¹, Л.В. Макарова, Г.Н. Лукьянец,
Г.Н. Лезжова, Е.В. Тюрина, К.В. Орлов
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования», Москва

В ходе исследования были изучены учебная, внеучебная, общая нагрузки и режим дня учащихся 10 и 11 классов при интеллектуальных нагрузках повышенной интенсивности. Установлено, что режим дня характеризуется преобладанием статических видов деятельности. У значительного процента школьников старшего школьного возраста выявлено сокращение продолжительности ночного сна, недостаточное пребывание на свежем воздухе, низкая двигательная активность, значительная продолжительность использования ИКТ.

Ключевые слова: учебная нагрузка, школьники, умственная нагрузка, режим дня

The educational, extracurricular, shared load and the mode of the day the high school students with intellectual activity of high intensity. In the course of the study examined the educational, extracurricular, shared load and the mode of the day the students of classes 10 and 11 with intellectual activity of high intensity. It is established that the day mode is characterized by the predominance of static activities. A significant percentage of pupils of high school age revealed a reduction in duration of night sleep, insufficient exposure to fresh air, low physical activity, lengthy duration of ICT use.

Key word: The educational load, high school student, mode of the day

Состояние здоровья современных детей России внушает обоснованную тревогу и требует тщательного анализа основных влияющих факторов с целью разработки первостепенных мероприятий по его охране и укреплению. На состояние здоровья детей оказывают существенное влияние такие факторы как генетическая обусловленность, неблагоприятные социальные и экологические условия развития. Специалисты связывают ухудшение здоровья воспитанников образовательных учреждений с так называемыми школьными факторами риска (условия обучения, интенсификация и нерациональная организация учебного процесса, низкая двигательная активность, несоответствие методик обучения возрастным возможностям школьников и т.д.), которые оказывают негативное влияние на организм ребенка.

В системе образования России особое место занимают учебные заведения с интеллектуальными нагрузками повышенной интенсивности (лицеи, гимназии, специализированные учебно-научные центры и т.д.). Обучение в таких школах

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

связано, как правило, с переработкой и анализом большого объема разноплановой информации, глубоким изучением предметов, мобилизацией памяти и внимания, высоким нервно-психическим напряжением. Учебная деятельность проходит на фоне значительного снижения двигательной активности (гипокинезии). У школьников с интеллектуальными нагрузками повышенной интенсивности часто отмечаются высокие показатели школьной тревожности. Длительное пребывание в таком состоянии может привести к нарушениям нервно-психического здоровья.

Наряду с вышесказанным, учащихся такого рода образовательных организаций характеризует и еще одна особенность. Им свойственен, как правило, высокий уровень мотивации к обучению, что может производить двойной эффект: как позитивный (высокий интерес может повышать работоспособность учащихся), так и негативный (подростки игнорируют, или не замечают наступившего утомления, что приводит в итоге к развитию переутомления).

Система школьного образования за последние годы претерпевает серьезные изменения, связанные, как правило, с возрастающей учебной нагрузкой, особенно в новых типах учебных заведений. Именно с этими особенностями современной школы специалисты связывают рост числа хронических заболеваний [14; 15; 30; 33]. Повсеместно в России и странах содружества наблюдаются высокая учебная нагрузка, низкая двигательная активность, нарушения важнейших компонентов здорового образа жизни у учащихся. Наиболее выражены данные проявления у воспитанников новых типов учебных заведений (гимназий, лицеев, профильных классов) по сравнению с обычными школами, что приводит к нарушению соматического и психического здоровья детей [10; 12; 13; 22; 24; 28; 29; 32; 34]. Среди детей и подростков, особенно учащихся гимназий и лицеев повышается частота встречаемости хронических заболеваний.

Негативное влияние высокой учебной нагрузки на функциональное состояние организма и здоровье детей выявлено в исследованиях, проводимых ИВФ РАО в 2006-2013 гг. [6; 23; 25]. Так, подтверждено, что, общая учебная нагрузка, включая время на приготовление домашних заданий, составляет у заканчивающих начальную школу 10-12 часов, у старших учащихся увеличивается до 15-16 часов. В тесной связи с увеличением учебной школьной и домашней учебной нагрузки сокращается продолжительность двигательной активности, пребывание на воздухе, ночного сна. Продолжительность утомительного статического компонента учебной деятельности возрастает в течение дня, недели и от 1 к 11 классам [9; 26]. Вследствие большой учебной нагрузки учащиеся систематически недосыпают, мало или совсем не бывают на воздухе, их суточная двигательная активность снижена. В большей мере, как это уже указано выше, это наблюдается в гимназиях, где учебная нагрузка больше, чем в обычных школах [9; 21].

Нарушения режима дня детей является причиной повышения риска развития заболеваний среди учащихся. Так, по данным В.Р. Кучмы [21] риск заболеваний среди учащихся 9-11 лет составляет среди гимназистов 57,4 % и среди сверстников обычной школы 68,0% (группы настороженности и повышенного риска).

Среди внутришкольных факторов риска неблагоприятное влияние на функциональное состояние учащихся и их здоровье, прежде всего, как указано выше, оказывают: непомерная дневная, недельная и годовая учебная нагрузка, утомительный ее статический компонент, нерационально составленное дневное и

недельное расписание уроков, резкие нарушения дневного отдыха и ночного сна, низкая двигательная активность в режиме учебного и внешкольного времени. В ходе исследований установлено неблагоприятное влияние на здоровье сокращенной до пяти дней учебной недели, вследствие резкого усугубления факторов риска. Среди учащихся; увеличилась частота выраженного утомления, неблагоприятных сдвигов гемодинамики и психо-вегетативных реакций, отражающих повышенную и высокую степень невротизации; возросла почти в 5 раз острая заболеваемость по сравнению со сверстниками, обучение которых шло в режиме шестидневной недели [18].

Как показали многочисленные исследования в новых типах образовательных учреждений соматическое, и психическое здоровье учащихся ухудшается интенсивнее, чем у их одноклассников в муниципальных школах [8; 14; 17; 19; 20; 26; 30; 31; 33; 36]. С ростом объема, интенсивности преподавания сложных заданий среди гимназистов в конце учебного года в два раза возрастает частота гипертонических реакций и общее число неблагоприятных изменений артериального давления достигает 90,0%, а повышенной невротизации 55,0-83,0% [8].

В образовательных организациях нового типа учебная нагрузка выше, чем в обычных школах. На первое место выдвигается готовность школьников к выполнению заданий, связанных с новыми требованиями; адаптация к изменившимся условиям жизни в зависимости от воздействия многочисленных факторов: состояния здоровья, уровня морфофункционального и психологического развития, гигиенических условий обучения, организации жизни в семье [3; 6]. У учащихся 10-11 классов вводятся дополнительные предметы, требующие увеличения времени на их приготовление.

Мощным оптимизирующим фактором является рациональный режим учебного дня. Известно, что соблюдение в режиме суток продолжительности правильно организованных различных видов деятельности, активного отдыха на открытом воздухе, сна имеет наиважнейшее значение для нормального роста и развития детей, их работоспособности, состояния здоровья [1].

Режим должен быть построен с учетом морфофункциональных возможностей учащихся: необходимо рациональное чередование всех видов деятельности в течение учебного дня, недели, года; достаточное время пребывания на воздухе; регулярное полноценное питание; повышение двигательной активности. Деятельность должна быть посильной для данного индивидуума, а отдых должен способствовать оптимальному восстановлению.

Важное место в структуре внеучебного времени школьников для восстановления умственной и физической трудоспособности занимает продолжительность сна. Сон - разновидность пассивного отдыха, обеспечивающего полноценное восстановление клеток коры головного мозга. У большинства современных школьников отмечается недосыпание ввиду раннего начала занятий в школе (I смена - 8 утра) и, значит, раннего пробуждения и более позднего засыпания ввиду увлечения телепередачами, компьютерными играми или другими видами деятельности. Старшеклассники независимо от программы, по которой они обучаются, имеют недостаточную продолжительность ночного сна, много времени уделяют просмотру телепередач, работе и играм за компьютером. В большей степени дефицит сна и более длительный период времени приготовления домашнего задания ха-

рактены для школьников, обучающихся по программам профильной подготовки [35].

На продолжительность сна в течение суток меньше 6 часов указали 4,8 % лицейстов, 7,8 % учащихся школы; 6–7 часов – 38,4 % лицейстов и 39,3 % учащихся школы; 8–9 часов – 54,3 и 39,3 % соответственно, более 10 часов – 7,5 и 13,6 %. Следовательно, у 38,2 % лицейстов и 47,1 % учащихся школы продолжительность сна недостаточна [11].

Хроническое недосыпание может приводить к резкому снижению адаптационного потенциала подростков, а в некоторых случаях и к срыву адаптации. Оно ухудшает функциональное состояние коры головного мозга, является основой для формирования неврозов, вегетососудистых дистоний, снижает умственную и физическую работоспособность. Особенно этот негативный эффект проявляется у ослабленных детей. Нарушение режима дня школьников старших классов с повышенной учебной нагрузкой нередко имеет вынужденный характер вследствие значительных временных затрат на учебные занятия в школе и дома.

Пребывание вне помещения, прогулки, занятия по интересам, игры тоже можно отнести к отдыху, но с элементами активности. Важной составляющей здорового образа жизни человека является пребывание его на свежем воздухе. Особенно это важно для молодого растущего организма подростка. По И.М. Сеченову, подобный отдых ускоряет снятие утомления, так как увеличивает поступление кислорода в органы и ткани, стимулирует окислительно-восстановительные процессы. Кроме того, это способствует закаливанию, профилактике гипокинезии и ультрафиолетовой недостаточности, формирует положительные эмоции, помогает выявлению и развитию личностных особенностей ребенка, что способствует его дальнейшей социальной адаптации. Следует подчеркнуть, что учебные перегрузки, как правило, сокращают именно эту часть режима, тем самым, уменьшая двигательный его компонент. По данным исследований, лицейсты достоверно меньше времени бывают на свежем воздухе, чем учащиеся обычных общеобразовательных школ [11].

Необходимо учитывать (и, возможно, ограничивать) деятельность, создающую условия перегрузки для зрительного анализатора (компьютер, телепередачи). Даже при работе с компьютером, имеющим специальную защиту экрана, должны существовать временные ограничения (от 15 до 30 минут для школьников разного возраста), т. к. неблагоприятный эффект излучения сочетается с мельканием кадров и другими факторами негативного воздействия. По данным различных авторов старшеклассники много времени уделяют просмотру телепередач, работе за компьютером [6]. Свободное время школьников может быть отведено занятиям в кружках, спортивных секциях, клубах, при этом длительность таких занятий возможна в пределах 3-4 часов - в старшей школе.

Нарушение физиолого-гигиенических требований к организации воспитания школьников без учета их возрастных особенностей и суточной периодичности биологических ритмов организма влечет переутомление детей, обострение хронических заболеваний и частые ОРВИ.

Все вышесказанное подтверждает, насколько важно провести физиолого-гигиеническую оценку интеллектуальных нагрузок старшеклассников в учебных заведениях, где присутствуют нагрузки, в целях своевременной коррекции процесса и режима организации обучения.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании 2015/2016 учебного года приняло участие 309 учащихся 10-11 классов (15 классов) учебно-научного центра, школы-интерната, из них 163 мальчика и 146 девочек (16-18 лет). Исследование общей и учебной нагрузки учащихся, степени отклонений в организации режима дня от физиологически-гигиенических возрастных нормативов осуществлялось методикой программного опроса с помощью специальных недельных хронометражных листов, которые заполнялись учениками. Всего было собрано и проанализировано 309 анкет более 50000 показателей по режиму дня. Полученные данные подвергнуты вариационно-статистической обработке с использованием различных методов математического анализа.

Обучение проводится в условиях школы-интерната. Иногородние абитуриенты обеспечиваются общежитием. В комнатах общежития проживают от двух до пяти человек. На каждом этаже расположены бытовые комнаты, душевая, туалет. Организовано шестиразовое питание. Работает медицинская служба. Обеспечено постоянное наблюдение за состоянием здоровья школьников. Работают различные клубы и секции по интересам, в том числе Клуб водного туризма, киноклуб, студия спортивных танцев и т.д. В интернате шестиразовая система питания: завтрак, второй завтрак, обед, полдник, ужин и второй ужин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Организация учебных занятий

Учебные занятия в школе регламентируются учебным планом. Учебная неделя предусматривает 6-дневную продолжительность. Все классы обучаются в первую смену. Аудиторная учебная нагрузка (37 уроков) соответствует требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях". Учебные занятия для учащихся начинаются с 9 ч утра и заканчиваются в 15ч 35мин. Количество занятий колеблется в зависимости от дня недели и класса от 4 до 7 уроков в день. В режиме уроков предусмотрены перемены, две из которых имеют продолжительность 5 минут, что является недостаточным (не менее 10 минут).

Анализ расписания показал, что в 10 классах только в 2-х случаях из 14 распределение учебной нагрузки соответствует недельной динамике работоспособности. Более рационально расписание составлено в 11 классах: в 10 случаях из 16 расписание в определенной степени соответствует гигиеническим рекомендациям. Очень часто занятия высокой трудности проводятся в понедельник и в последние дни учебной недели (пятница, суббота) (рис.1,2).

Распределение учебной нагрузки в течение дня также в большинстве случаев составлено нерационально. Предметы высокой трудности (по балльной оценке) часто проводятся 1-м или последними (5-7) уроками. В некоторых случаях проводятся подряд по 3 и 4 одинаковых предмета. Похожие недостатки в организации учебного процесса отмечались исследователями у учащихся Центра обучения и развития одаренных детей в Нижнем Новгороде [16]. Часто встречающиеся нарушения в составлении расписания уроков отмечалось в школах РСО Аляния. Установлено, что лишь 13,7 % учебных расписаний можно отнести к I группе (с опти-

мальным расписанием уроков), 34,2 % – ко II группе (с незначительными нарушениями) и 52,1% – к III группе (со значительными нарушениями) [16].

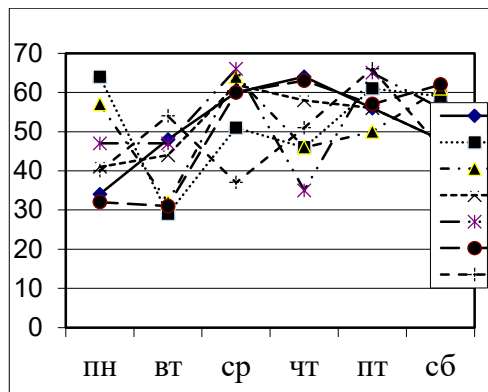


Рис. 1. Суммарный объем учебной нагрузки (в баллах) по дням недели в 10-х классах.

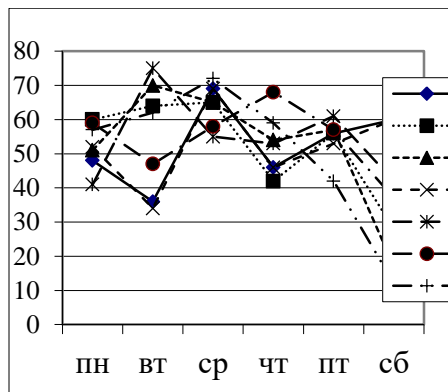


Рис. 2. Суммарный объем учебной нагрузки (в баллах) по дням недели в 11-х классах

Кроме того, практически все занятия связаны со статической нагрузкой. В расписании предусмотрено недостаточное количество уроков физкультуры – 2, а в некоторых случаях 1 урок в неделю. Увеличение числа уроков физкультуры могло бы снизить утомление за счет увеличения динамического компонента. Не всегда рациональным является и место уроков физкультуры в расписании. Рекомендуется их проведение в числе последних уроков. После уроков физкультуры не желательно проводить уроки с письменными заданиями

Спецкурсы, спецсеминары (факультативы) проводятся во второй половине дня в диапазоне с 15.35 до 21.00. Расписание данных видов учебной деятельности составляется индивидуально. Длительность занятий колеблется от 1 до 3 часов. Количество детей, имеющих дополнительные занятия помимо обязательных учебных, больше в 10-м классе (75,8% против 55,4% в 11-м). Число детей, имеющих дополнительно 4 и более занятий, в неделю примерно одинаково и колеблется в пределах 10%. Явных выраженных различий между мальчиками и девочками не выявлено.

Домашние учебные занятия – важное звено самостоятельной работы в процессе обучения. Гигиенически допустима следующая продолжительность домашних заданий в 8 – 11-х классах – до 4 ч. Превышение указанного времени приводит к снижению внимания, скорости чтения, качества письменных работ, функциональным изменениям основных органов и систем, а также отражается на сокращении времени прогулок, занятий спортом, сна. Увеличение продолжительности домашних учебных занятий может быть связано не только с объемом заданий, но и отсутствием у школьников устойчивого навыка рациональной организации своей работы.

На выполнение домашних заданий учащиеся тратили в среднем от 2,5 (2ч 30 мин) до 3,2 (3ч 12 мин) час. Результаты свидетельствуют о том, что учащиеся 10

класса уделяли выполнению домашних заданий достоверно больше времени, чем 11-классники, а девочки больше, чем мальчики. В выходной на приготовление домашних заданий тратится достоверно больше времени, чем в учебные дни. Учащиеся 10 класса чаще, чем 11-классники не укладываются в норматив времени (4 часа), особенно в выходные дни (20,5 против 9%) (табл.1). Более часа (1 час 15 мин.) в учебные дни старшеклассники для приготовления домашних заданий используют компьютер, в воскресенье это время увеличивается до 1 час. 40 мин.

Подавляющее большинство детей 92,2 % в учебные дни и 76,7% в выходные выполняют домашние задания меньше 4 часов.

Таблица 1

Распределение учащихся по длительности выполнения домашних заданий (в%)

Дни недели	Длительность относительно норматива	10 класс	11 класс	Мальчики	Девочки	В целом
Учебные	Выдерживают норматив	88,6	94,9	93,8	90,4	92,3
	Превышение на 0.5-1 ч	6,1	3,4	3,7	5,5	4,5
	Превышение более 1 ч	5,3	1,7	2,5	4,1	3,2
Выходные	Выдерживают норматив	65,9	84,8	79,8	73,3	76,7
	Превышение на 0.5-1 ч	13,6	6,2	6,7	12,3	9,4
	Превышение более 1 ч	20,5	9,0	13,5	14,4	13,9

Суммарная учебная нагрузка, включая выполнение домашних заданий, составляла около 8 часов в учебные дни. В выходной день дети затрачивали в среднем от 3 до 4 часов на приготовление домашних заданий.

Внеучебный режим жизни учащихся 10 и 11 классов

Средняя продолжительность ночного сна в будние дни составляет 8 ч 7 мин ± 3 мин, в выходные дни - 8 ч 47 мин ± 4 мин, что соответствует возрастной норме. В выходные дни примерно у 2/3 старшеклассников наблюдается соответствие продолжительности ночного сна физиолого-гигиеническим нормативам.

Между тем, 44,0% старшеклассников систематически не высыпаются: в 24,0% случаев ночной сон укорочен на 0,5-1,0 ч и у более 20,0% школьников более 1,0 часа. Систематический недостаток ночного сна в будние дни школьники стараются компенсировать в выходные дни.

Продолжительность сна в учебные дни меньше у учащихся 10 классов по сравнению с 11-классниками и у девочек по сравнению с мальчиками (табл. 2).

Общая продолжительность пребывания на воздухе должна составлять в старшем школьном возрасте – 2 – 2,5 ч. В современных условиях перегрузки школьников чаще всего нарушается именно этот компонент режима дня: сокращается время пребывания на открытом воздухе. Средняя длительность прогулки в будние дни на свежем воздухе составляет 1 час 9 мин, а в воскресенье незначительно увеличивается до 1 час 55 мин. Время прогулки мало различается среди разных классов, больше половины старшеклассников проводят на свежем воздухе недостаточное количество времени. Продолжительность прогулки у девочек немного больше, чем у мальчиков. В целом среди старшеклассников около 7% вообще не

бывают на свежем воздухе, причем процент девочек выше. Ежедневно гуляют до 70% школьников (но в пределах 1 часа, что явно недостаточно). Частота прогулок у одиннадцатиклассников выше, чем среди десятиклассников.

Таблица 2

Распределение учащихся по длительности ночного сна относительно нормы (8,5 часов для возраста 17-18) в %

Дни недели	Длительность относительно норматива	10 класс	11 класс	Мальчики	Девочки	В целом
Учебные	Выдерживают норматив	46,2	63,3	60,1	51,4	56,0
	Недосыпают 0.5-1 ч	27,3	20,9	21,5	26,0	23,6
	Недосыпают более 1 ч	26,5	15,8	18,4	22,6	20,4
Выходные	Выдерживают норматив	73,5	74,0	73,7	74,0	73,8
	Недосыпают 0.5-1 ч	18,9	18,1	20,2	16,4	18,4
	Недосыпают более 1 ч	7,6	7,9	6,1	9,6	7,8

Если сравнивать частоту прогулок среди мальчиков и девочек, то среди учащихся и 10 и 11 классов девочки реже бывают на воздухе (табл. 3).

Таблица 3

Распределение учащихся по длительности ночного сна относительно норматива, число случаев в %

Дни недели	Длительность относительно норматива	10 класс	11 класс	Мальчики	Девочки	В целом
Учебные	Выдерживают норматив	12,9	23,7	20,2	17,8	19,1
	Меньше нормы на 1-1.9 ч	56,1	52,0	52,1	55,5	53,7
	Меньше нормы на 2 ч и более	23,5	16,9	22,7	16,4	19,7
	Не гуляют	7,6	7,3	4,9	10,3	7,4
Выходные	Выдерживают норматив	40,2	51,4	45,4	47,9	46,6
	Меньше нормы на 1-1.9 ч	33,3	28,8	35,0	26,0	30,7
	Меньше нормы на 2 ч и более	9,8	8,5	8,0	10,3	9,1
	Не гуляют	16,7	11,3	11,7	15,8	13,6

Конечно, зимой отмечается тенденция к снижению двигательного компонента режима, поэтому в период снижения физиологической активности можно планировать игровую деятельность или отдых по интересам (просмотр телепередач,

чтение, занятий иностранным языком, занятий музыкой, рисование и прочее). Для этих видов деятельности должно отводиться для старших школьников до 2,5-3 часов. Подобный отдых проводится на фоне положительных эмоций, доставляет удовольствие, создает психологическую разгрузку для организма. Необходимо лишь регламентировать деятельность, создающую условия перегрузки для зрительного анализатора (компьютер, телепередачи).

Если в предыдущих исследованиях начала 2000 годов мы часто отмечали чрезмерное времяпрепровождение перед экраном телевизора большей части школьников, то в данном исследовании отмечено, что средняя длительность просмотра телепередач очень мала, и лишь незначительно варьирует среди учащихся разных классов и среди мальчиков и девочек. Гораздо чаще и значительно более продолжительное время школьники проводят в интернете — это и поиск информации, и подготовка по заданиям, и общение с друзьями, и игры. Средняя длительность суммарного нахождения в интернете от 2,5 часов до 3 часов и более ежедневно. Следует учитывать, что интернет сегодня доступен на многих технических средствах, в том числе и на смартфонах. Средняя длительность суммарного общения с компьютером в рабочие дни составляет 1 час 37 мин, а в воскресенье 2 час 22 мин: поиск информации в интернете — около 1 часа, чтение литературы, прослушивание музыки, общение с друзьями в интернете — от получаса до 1 часа, игры в интернете — в пределах получаса. В воскресенье время и частота всех вышеперечисленных видов деятельности увеличивается в 1,5- 2 раза.

От 2,5 часов до 3 часов подростки отдают всем занятиям по интересам. Свободное время школьников может быть отведено занятиям в кружках, спортивных секциях, клубах, при этом длительность таких занятий возможна в пределах 3-4 часов - в старшей школе. Следует подчеркнуть, что учебные перегрузки, обычно сокращают и эту часть режима, тем самым также уменьшая двигательный компонент режима

Средняя длительность занятий спортом составляет 40 минут, что явно недостаточно. Длительность занятий спортом мало отличается как среди учащихся 10 и 11 классов, так и среди мальчиков и девочек. Судя по длительности от 15 до 20 минут, большая часть старшеклассников относит утреннюю зарядку к занятиям спортом. Ежедневно делают утреннюю зарядку около 40% детей. Таким образом, в свободном от учебных и внеклассных занятий времяпрепровождении у шестиклассников также преобладает статический компонент. В состоянии относительной неподвижности учащихся 10 и 11 классов проводят значительную часть своего времени бодрствования от 78,0 до 97,0%. Преобладание статического компонента в режиме дня отмечалось многими исследователями и раньше [4; 5; 7; 34].

Таким образом, у значительного процента школьников старшего школьного возраста выявлено сокращение продолжительности ночного сна, недостаточное пребывание на свежем воздухе, низкая двигательная активность, значительная продолжительность использования ИКТ.

Изменение структуры свободного времени школьников, перераспределение баланса досуга с активных форм отдыха на пассивные, что фактически проявляется в сокращении удельного веса занятий физической культурой и спортом, пребывания на открытом воздухе, что, в свою очередь, приводит к

гиподинамии и должно расцениваться как фактор риска развития хронических неинфекционных заболеваний [27].

Следует отметить, что в нашем случае нарушения режима дня выражены в меньшей степени по сравнению с данными, встречающимися в других исследованиях. Это может быть связано с возможностью контролировать и обеспечивать основные компоненты режима в условиях школы-интерната.

Показатели заболеваемости учащихся

Заболеваемость является очень значимым индикатором состояния организма ребенка. В связи с этим, чрезвычайно важным является ее анализ. Следует обратить внимание, что показатели заболеваемости выше у учащихся 10-х классов по сравнению с 11-классниками, что, возможно, связано и с большим процентом нарушений режима дня и большей длительностью суммарной учебной нагрузки (рис. 3).

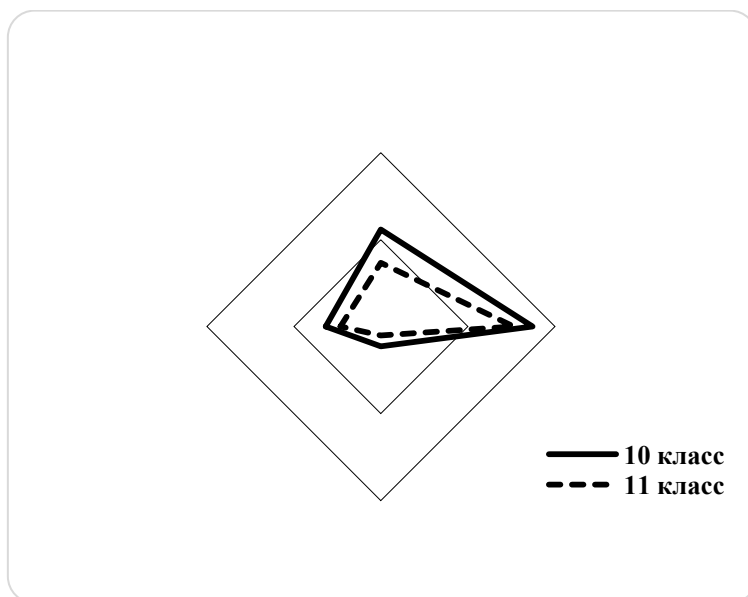


Рис. 3. Нарушения режима дня и заболеваемость учащихся 10-11 классов

ВЫВОДЫ

1. Режим дня характеризуется преобладанием статических видов деятельности. В состоянии относительной неподвижности учащиеся 10 и 11 классов проводят значительную часть своего времени бодрствования.
2. Расписание уроков, особенно в 10-х классах составлено без учета недельной и дневной динамики работоспособности.
3. Учащиеся 10 класса тратят на выполнение домашних заданий достоверно больше времени, чем 11-классники, а девочки больше, чем мальчики. В выходные дни на приготовление домашних заданий тратится достоверно больше времени,

чем в учебные дни. Учащиеся 10 класса чаще, чем 11-классники не укладываются в норматив времени (4 часа), особенно в выходные дни (20,5 против 9%).

4. Количество детей, имеющих дополнительные занятия, больше в 10-м классе (75,8% против 55,4% в 11-м). Выраженных различий между мальчиками и девочками не выявлено.

5. Суммарная учебная нагрузка в учебные дни, включая выполнение домашних заданий, составляла около 8 часов.

6. У значительного процента учащихся старшего школьного возраста выявлено сокращение продолжительности ночного сна, недостаточное пребывание на свежем воздухе, низкая двигательная активность, значительная продолжительность использования ИКТ.

7. Большой процент нарушений практически всех режимных моментов, а также более высокие показатели заболеваемости, отмечающиеся у учащихся 10-х классов, по сравнению с 11-классниками, могут быть связаны с адаптацией детей к новой организации учебного процесса и к режиму дня в условиях школы-интерната.

8. Организация учебной деятельности требует корректировки, особенно в плане более рационального составления расписания учебных занятий, построения режима учебных и дополнительных занятий, а также повышения двигательной активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропова М.В. Вопросы школьной гигиены. – М. Просвещение, 1967. – С. 58-76.)

2. Антропова М.В. Режим дня, работоспособность и состояние здоровья школьников / М.В. Антропова. – М.: Педагогика, 1974. –135 с.

3. Антропова М.В. ПСАД и КОФ как интегральные показатели адаптивности школьников к учебным нагрузкам / М.В. Антропова, М.М. Безруких //Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1982. – С. 247-248.

4. Антропова М.В. Реакции основных физиологических систем детей 6-12 лет в процессе адаптации к учебной нагрузке / М.В. Антропова // Физиология человека. –1983. – № 1. – С. 18-24.

5. Антропова М.В. Учебная нагрузка остается доминирующим фактором риска для здоровья учащихся начальных классов / М.В. Антропова, Л.М. Кузнецова, Т.М. Параничева // Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире. – Коломна, 1998. – С. 4.

6. Антропова М.В. Умственная работоспособность и ее особенности в связи с половым созреванием у школьников 11-13 лет / М.В. Антропова, Л.М. Кузнецова, Т.М. Параничева //Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 1. – С 37-44.

7. Артеменко О.И. Состояние здоровья и адаптации детей и подростков к процессу современного обучения в условиях Севера / О.И. Артеменко, Т.М. Параничева, Т.А. Цехмистренко // Разработка и реализация федерально-региональной политики в области развития науки, новых технологий и образования на инновационных принципах / Под ред. Е.Е. Чепурных. – Владимир-Москва, Минобразования России, 2002. – Т.1. – С. 591-601.

8. Баранов А.А. Состояние здоровья детей и подростков в современных условиях: проблемы, пути решения/ А.А. Баранов // Российский педиатрический журнал. – 1998. – № 1. – С. 5-8.

9. Безруких М.М. Здоровьесберегающая школа. / М.М.Безруких – М.: Московский социально-психологический центр, 2004. – 240 с.

10. Брызгунов И.П. Влияние уровня учебной нагрузки на распространенность психогенной гипервентиляции у школьников / И.П. Брызгунов, И.А. Ларькова, М.В. Абаланина, Т.Б. Магомедова // Здоровье, обучение, воспитание детей и молодежи в XXI веке. Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. I. – С. 179-181.

11. Гущенко А.В. Гигиеническая характеристика учебной нагрузки и соматическое здоровье учащихся старшего школьного возраста / А.В. Гущенко, Я.А. Лещенко, М.В. Прусакова // Экология человека. – 2010. – № 3. – С.40-43.

12. Зорина И.Г. Комплексный анализ факторов риска нарушений нервно-психического здоровья учащихся / И.Г. Зорина // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке. – Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. I. – С. 407-409.

13. Зотова Ф.Р. Особенности показателей психосоматического здоровья гимназистов / Ф.Р. Зотова // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке. – Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. I. – С.411-412.

14. Калиберный В.В. Влияние различных форм обучения на функциональное состояние организма и здоровье учащихся / В.В. Калиберный, Н.Н. Сайкова и др. // Материалы VIII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 1996. – Т. II. – С. 171-172.

15. Карпенко Л.З. Сравнительная оценка учебной нагрузки в общеобразовательных школах, лицеях, гимназиях / Л.З. Карпенко, Н.Л. Егорова, О.Н. Косолапова // Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века: Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2001. – Т. 2. – С. 338-340.

16. Котова Н.В. Влияние учебно-воспитательного процесса на умственную работоспособность у одарённых детей / Н.В. Котова, Е.А. Олюшина, М.В. Шапошникова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2008. – №1. – С. 2-5.

17. Кузина М.С. Умственная работоспособность и самочувствие учащихся при различных вариантах начального школьного образования / М.С. Кузина // Материалы VIII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 1996. – Т. II. – С. 172-173.

18. Куинджи Н.Н. Гигиеническая оценка экспериментального обучения школьников по 5-дневной учебной неделе / Н.Н. Куинджи // Гигиена и санитария. – 1992. – № 1. – С. 35-38.

19. Кусельман А.И., Соловьева И.А. Саранчина А.Ю. Влияние повышенной интеллектуальной нагрузки на здоровье детей / А.И. Кусельман, И.А. Соловьева, А.Ю. Саранчина // Материалы IV конгресса педиатров России. – М., 1998. – С. 64.

20. Кучма В.Р. Теория и практика гигиены детей и подростков на рубеже тысячелетий / В.Р. Кучма. – М., 2001. – 376 с.

21. Кучма В.Р. Дети в мегаполисе: некоторые гигиенические проблемы / В.Р. Кучма. – М., 2002. – 280 с.

22. Лукацкий М.А., Роненсон О.Д. Психосоматическая адаптация к образовательному процессу как фактор влияния на здоровье школьников / М.А. Лукацкий, О.Д. Роненсон // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке. – Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. II. – С. 209-212.
23. Мониторинг физического развития и психического здоровья учащихся (методические рекомендации) / под ред. Т.М. Параничевой, Е.А. Бабенковой // Электронный журнал "РОНО", выпуск 20 (июнь 2013).
URL: <http://www.eronno.ru/about/>
24. Нагирная Л.Н. Гигиеническая оценка условия обучения детей в православной гимназии / Л.Н. Нагирная, О.А. Артюкова, О.Б. Сахарова // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке: Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. II. – С. 317-319.
25. Никифорова О.М. Психолого-педагогические и медико-физиологические аспекты школьной адаптации / О.М. Никифорова, Т.М. Параничева, Е.А. Бабенкова // ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет, 2011. – С. 96.
26. Онищенко Г.Г., Баранов А.А., Кучма В.Р. Безопасное будущее детей России (научно-методические основы подготовки плана действий в области окружающей среды и здоровья наших детей / Г.Г. Онищенко, А.А. Баранов, В.Р. Кучма. – М., 2004. – 154 с.
27. Полька Н.С. Особливості Режиму дня учнів старшого шкільного віку / Н. С. Полька, Н. Я. Яцковська, А.Г. Платонова, С. М. Джуриńska, В. В. Шкуро, К. С. Шкарбан, Г.М. Саєнко, О. М. Хутченко // Довкілля та здоров'я. 2013. №2 (65).
28. Поташнюк И.В. Особенности состояния здоровья учащихся современных гимназий и пути его улучшения / И.В. Поташнюк // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке: Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. II. – С. 406-409.
29. Румянцев А.Г. Распространенность некоторых пограничных состояния и вегето-висцеральной дисфункций у школьников / А.Г. Румянцев, В.М. Делягин, С.М. Чечелницкая, В.М. Чернов, Л.Е. Карпин // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке.
30. Степанова М.И., Сазанюк З.И. Влияние обучения в школе нового типа (гимназии, лицеи) на здоровье учащихся I-III классов / М.И. Степанова, З.И. Сазанюк // Материалы VIII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 1996. – Т. II. – С. 189-191.
31. Степанова М.И. Авторитарная педагогика как фактор риска для здоровья школьников / М.И. Степанова // Гигиенические проблемы охраны здоровья населения Сибири (выпуск IV). – Кемерово, 2002. – С. 490-492.
32. Фомичева Г.Б. Сравнительная оценка учебной нагрузки в общеобразовательной школе и гимназии / Г.Б. Фомичева, Л.Т. Гараева, Л.И. Морозова, Г.А. Шарифуллина // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке: Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. III. – С. 248-250.
33. Хамаганова Т.Г. Состояние психического здоровья учащихся новых видов образовательных учреждений / Т.Г. Хамаганова, С.Б. Семке // Материалы IV конгресса педиатров России. – М., 1998. – С. 54.
34. Черенков Ю.В. Состояние здоровья учащихся в современных условиях при разных формах обучения / Ю.В. Черенков, З.В. Сердюкова, В.А. Арленникова

и др. // Здоровье, образование, воспитание детей и молодежи в XXI веке: Материалы международного конгресса. – М., 2004. – Ч. III. – С. 299-300.

35. Чижевский Г.Б., Н.Н. Сайкинова, А.И. Анамбаева Гигиеническая оценка режима дня учащихся старших классов / Г.Б. Чижевский, Н.Н. Сайкинова, А.И. Анамбаева // Вестник КазНМУ. – 2014. – №2-2. – С. 348-349.

36. Янушанец С.И. Современная школа и проблемы здоровья подрастающего поколения / С.И. Янушанец // Материалы III конгресса педиатров России. – М., 1998. – С. 54-55.

ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ 13-14 ЛЕТ С РАЗНЫМИ СТАДИЯМИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

И.А. Криволапчук^{*1}, В.К. Сухецкий^{**}, М.Б.Чернова^{*}, Е.В. Савушкина^{**}

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

^{**}Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно

Установлено, что в пубертатный период мальчики-подростки одного паспортного возраста с разными стадиями полового созревания (СПС) статистически существенно различаются по уровню двигательной подготовленности. Полученные данные свидетельствуют о том, что по мере полового созревания показатели силовых, скоростных, скоростно-силовых способностей и общей выносливости значительно улучшаются. Исключение составляет уровень развития силовой выносливости, значимо более низкий у подростков с IV СПС по сравнению с детьми со II и III СПС. Обнаруженные различия необходимо учитывать при разработке новых технологий и методик развития кондиционных двигательных способностей у подростков.

Ключевые слова: двигательные способности, паспортный возраст, половое созревание, мальчики-подростки

Motor readiness of 13-14-year-old children at different stages of puberty. *It was stated that boys of the same chronological age but at different puberty stages statistically differ a lot in their motor readiness level. Data analysis shows that during puberty the indices of power, speed, power-speed abilities and average stamina are improving significantly. The only exception is the development of the stamina level, which is much lower among the adolescents of the IV puberty stage in comparison with the children of the II and III puberty stages. These differences are to be considered when developing new technologies and methods of developing the conditioned motor abilities in adolescents.*

Key words: motor readiness, passport age, chronological age, puberty, boys-adolescents.

Повышение уровня двигательной подготовленности детей является одной из ключевых задач физического воспитания в современной школе [7, 14, 8, 6, 9]. Важность ее решения стимулирует процесс совершенствования уже существующих и разработку новых методологических подходов, технологий и методик, ориентированных на улучшение физического состояния школьников. Особое значение этот процесс приобретает в период полового созревания. Несовпадение паспортного и биологического возраста в пубертатном периоде ставит целый ряд вопросов, связанных с целесообразностью учета индивидуальных особенностей

Контакты:¹ Криволапчук И.А. – E-mail[^] i.krivolapchuk@mail.ru

полового созревания при диагностике двигательной подготовленности и адаптационных возможностей школьников [2, 11, 10, 5, 1, 15]. Вместе с тем, подобный подход к оценке уровня развития основных двигательных способностей у школьников, различающихся по стадиям полового созревания (СПС), все еще не получил широкого распространения. С учетом вышеизложенного очевидно необходимость изучения особенностей двигательной подготовленности современных школьников-подростков одного паспортного возраста, отличающихся по степени полового созревания.

Цель исследования – выявить особенности двигательной подготовленности мальчиков 13-14 лет, характеризующихся разными стадиями полового созревания.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие мальчики 13-14 лет (n=194), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Исследование проходило в соответствии с Хельсинской декларацией.

Степень полового созревания оценивали по методике, предложенной Д.В. Колесовым и Н.Б. Сельверовой [3]. По совокупности вторичных признаков выделяли пять стадий полового созревания: I стадия – препубертатный этап; II стадия – этап активации гипофиза; III стадия – этап активации гонад; IV стадия – этап активного стероидогенеза; V стадия – завершение пубертата [2, 11, 15].

Комплекс контрольных упражнений состоял из показателей, характеризующих уровень развития кондиционных двигательных способностей: 1) бег 20 метров с хода; 2) прыжок в длину с места; 3) подтягивание из виса на перекладине; 4) челночный бег 4x9 м; 5) шестиминутный бег; 6) поднятие туловища из положения «лёжа на спине» за 1 минуту; 7) станова динамометрия.

Полученный фактический материал обработан общепринятыми методами статистического анализа. Определялись статистические характеристики ряда измерений и проводилась проверка статистических гипотез. Достоверность различий оценивали с помощью параметрических и непараметрических критериев для корреляционно независимых выборок. Количество мальчиков с I и V СПС в рассматриваемой выборке подростков 13-14 лет не превышало 5 человек. Поэтому в ходе дальнейшей работы анализировались данные обследования только школьников со II, III и IV СПС.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные результаты (табл.) свидетельствуют о существенных различиях в уровне двигательной подготовленности мальчиков 13-14 лет, имеющих различные СПС. В целом, однако, по мере полового созревания, используемые нами показатели физической подготовленности, улучшаются.

Показатели двигательной подготовленности подростков 13-14 лет с различной стадией полового созревания ($M \pm m$)

Показатель	Стадии полового созревания		
	II	III	IV
Масса тела, кг	40,15 $\pm 0,96^{***}$	46,35 $\pm 1,08^{+++}$	57,25 $\pm 1,28^{xxx}$
Становая динамометрия, кг/кг	1,60 $\pm 0,03^{**}$	1,61 $\pm 0,03$	1,74 $\pm 0,04^x$
Челночный бег 4x9 м, с	10,53 $\pm 0,07^*$	10,42 $\pm 0,08$	10,33 $\pm 0,06$
Прыжок в длину, см	173,00 $\pm 1,92^{***}$	176,70 $\pm 2,75$	190,90 $\pm 1,56^{xxx}$
Бег 6 мин, м	1261,9 $\pm 17,8^*$	1275,3 $\pm 18,7$	1319,0 $\pm 13,9$
Бег 20 м, с	3,7 $8 \pm 0,03^{***}$	3,74 $\pm 0,04$	3,47 $\pm 0,02^{xxx}$
Подтягивание, раз	2,17 $\pm 0,42$	2,22 $\pm 0,47$	2,60 $\pm 0,38$
Подн. туловища, раз	45,43 $\pm 0,99^{**}$	44,59 $\pm 1,22$	40,20 $\pm 1,48^x$

Примечание: *, **, ***, – достоверность различий между II и IV СПС; +, ++, +++, – достоверность различий между II и III СПС; ^x, ^{xx}, ^{xxx}, – достоверность различий между III и IV СПС при $p < 0,05, 0,01, 0,001$ соответственно.

Расшифровку аббревиатур см. в разделе «Методика».

Так, дети, характеризующиеся IV СПС, статистически достоверно превосходили своих сверстников со II СПС по результатам выполнения челночного бега ($p < 0,05$), прыжка в длину с места ($p < 0,001$), бега на 20 м ($p < 0,001$), становой динамометрии ($p < 0,01$), шестиминутного бега ($p < 0,001$), и уступали им по количеству подниманий туловища из положения «лежа на спине» ($p < 0,001$). Из представленных данных видно, что испытуемые со II и IV СПС отличаются друг от друга по уровню проявления физических качеств, связанных, как с анаэробным, так и с аэробным энергообеспечением мышечной деятельности. Различия между группами подростков с III и IV СПС были менее выраженными и касались физических качеств, базирующихся на анаэробной производительности организма. Статистически достоверно ($p < 0,05-0,001$) отличались среднegrupповые значения прыжка в длину с места, бега на 20 м, становой динамометрии и поднимания туловища. Последний показатель был ниже в группе мальчиков с IV СПС. Следует подчеркнуть, что подростки со II и III СПС по уровню двигательной подготовленности не имели статистически значимых различий.

Важно отметить, что все используемые в исследовании контрольные упражнения, за исключением шестиминутного бега, характеризуют двигательные способности, тесно связанные с анаэробной производительностью организма, развитие которой контролируется половыми гормонами, оказывающими большое вли-

яние на процессы созревания энергетических систем и метаболические возможности скелетных мышц. Становление анаэробной производительности организма в значительной степени синхронизировано с динамикой базальных концентраций половых гормонов. Не случайно изменения уровня рассматриваемых показателей скоростно-силовой подготовленности и анаэробной производительности совпадают с описанной в ряде работ динамикой содержания в плазме крови соматотропина, лютропина, фоллитропина и тестостерона в зависимости от СПС [11, 16]. При переходе от II-III к IV СПС у мальчиков отмечается не только нарастание в плазме крови содержания мужских половых гормонов [11, 15], но и под их влиянием происходит увеличение толщины быстрых гликолитических волокон (II-B подтип) и повышение активности ферментов анаэробного гликолиза [20, 21, 19, 4, 12]. К основным факторам, воздействующим на развитие скоростных, силовых и скоростно-силовых способностей в период полового созревания, прежде всего, относятся чистая масса тела, концентрация тестостерона, степень развития нервной системы, пубертатные мышечные дифференцировки [22]. Важно отметить, что изменения ряда показателей скоростно-силовой подготовленности и анаэробной производительности на различных этапах полового созревания в значительной степени генетически детерминированы [24].

Отдельного обсуждения требует выявленное нами ухудшение результатов выполнения теста «поднимание туловища» по мере полового созревания и улучшение результатов выполнения шестиминутного бега. Первое связывается с относительным снижением на IV СПС доли медленных окислительных волокон (I тип) в скелетной мускулатуре [16, 13] и преимущественным увеличением длины туловища в процессе роста [2], что проявляется в уменьшении динамической силовой выносливости. Второе, в значительной степени связано с тем, что шестиминутный бег, используемый для оценки общей выносливости, реализуется в смешанном аэробно-анаэробном режиме энергообеспечения. Поэтому относительно стабильный уровень аэробной производительности организма, наблюдаемый в процессе полового созревания [17, 25, 26], в данном случае сочетается с возросшими анаэробными возможностями подростков с IV СПС. Кроме того, проявление общей выносливости зависит не только от биоэнергетических, но и других факторов. По мере роста у детей увеличивается длина ног, улучшается техника бега и экономичность работы. Это также способствует повышению скорости бега на длинные дистанции при относительно постоянном уровне МПК [18, 23]. Изменения экономичности бега в ходе онтогенеза в свою очередь зависят от соотношения длины и частоты шагов, накопления эластичной мышечно-сухожильной энергии, отношения площади поверхности тела к его массе, изменения состава тела, тепловой нагрузки, утилизации субстратов, анаэробной производительности, эффективности вентиляции [26].

Таким образом, изучение физической подготовленности подростков 13-14 лет показало, что имеются существенные отличия, обусловленные степенью полового созревания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пубертатный период мальчики–подростки одного паспортного возраста с разными стадиями полового созревания существенно различаются по уровню

двигательной подготовленности. Различия между школьниками со II и III СПС, с одной стороны, и мальчиками с IV СПС, с другой, достигают статистически значимой величины в отношении большинства из используемых показателей двигательной подготовленности.

Полученные данные свидетельствуют о том, что по мере полового созревания показатели силовых, скоростных, скоростно-силовых способностей и общей выносливости значительно улучшаются. Исключение составляет уровень развития силовой выносливости (тест «поднимание туловища»), значимо более низкий у подростков с IV СПС по сравнению с детьми со II и III СПС. Обнаруженные различия необходимо учитывать при разработке новых технологий и методик развития кондиционных двигательных способностей у подростков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов, А.А. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности: Руководство для врачей / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 350 с.
2. Биология человека / Дж. Харрисон [и др.]. – М.: Мир, 1979. – 611 с.
3. Колесов, Д.В. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания / Д.В. Колесов, Н.Б. Сельверова. – М.: Педагогика, 1978. – 224 с.
4. Корниенко, И.А. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки / И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 4. – С. 42-46.
5. Крайг Г., Бокум Д. Психология развития. – СПб.: Питер. 2005. – 940 с.
6. Кузнецов В. С., Колодницкий Г. А. Внеурочная деятельность. Подготовка к сдаче комплекса ГТО: учебное пособие общеобразовательных организаций (ФГОС). – М.: Просвещение, 2016. – 128 с.
7. Лях, В.И. Двигательные способности школьников: основы теории и методики развития / В.И. Лях. – М.: Терра-спорт, 2000. – 192 с.
8. Паршикова Н.В., Бабкин В. В., Виноградов П. А., Уваров В. А. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне» (ГТО): документы и методические материалы. – М.: Спорт, 2016. – 207 с.
9. Погадаев, Г. Готовимся к выполнению нормативов ГТО: 1–11-й классы: учебно-методическое пособие. – М.: Дрофа, 2016. – 192 с.
10. Подростковая медицина / под ред. Л.И. Левиной. – СПб.: Специальная литература, 1999. – 731 с.
11. Ремшмидт, Х. Подростковый и юношеский возраст: проблемы становления личности / Х. Ремшмидт. – М.: Мир, 1994. – 320 с.
12. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.
13. Сонькин, В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека / В.Д. Сонькин // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, № 3. – С. 1-19.

14. Теория и методика физической культуры / Ю.Ф. Курамшин, В.И. Григорьев, Н.Е. Латышева [и др.]; под ред. Ю.Ф. Курамшина. – М.: Советский спорт, 2007. – 463 с.
15. Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2010. – 768 с.
16. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Образование от А до Я, 2000. – 319 с.
17. Armstrong N., Barker A.R., McManus AM. Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? // *Br J Sports Med.* 2015, 49(13): 860-864.
18. Differences and changes in VO_2 , among young runners 10 to 18 years of age/ J. Daniels [et al] // *Medicine and Science in Sports and Exercise.* – 1978. – № 10. – P. 200-203.
19. Effects of age and recovery duration on peak power output during repeated cycling sprints / Ratel S. [et al] // *Int. J Sports. Med.* – 2002. – Vol. 23, № 6. – P. 397-402.
20. Eriksson, B. O. Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11–13-year old boys / B. O. Eriksson // *Acta Physiologica Scandinavica. Suppl.* – 1972. – Vol. 384. – P. 5-48.
21. Fellmann, N. Physiology of muscular exercise in children / N. Fellmann, J. Coudert // *Arch Pediatr.* – 1994. – Vol. 1, № 9. – P. 827-840.
22. Kraemer, W.J. Strength training for young athletes / W.J. Kraemer, S.J. Fleck // *Champaign, IL: Human Kinetics.* – 1993. – P. 184-197.
23. Krahenbuhl, G.S. Longitudinal changes in distance–running performance of young males/ G.S. Krahenbuhl, D.W. Morgan, R.P. Pangrazi // *International Journal of Sports Medicine.* – 1989. – № 10. – P. 92-96.
24. Maridaki M. Heritability of neuromuscular performance and anaerobic power in preadolescent and adolescent girls // *J Sports Med Phys Fitness.* – 2006. – 46(4) – P. 540-547.
25. Rowland, T.W. Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis / T. W. Rowland // *Medicine and Science in Sports and Exercise.* – 1985. – № 17.– P. 493-497.
26. Rowland, T.W. Oxygen uptake and endurance fitness in children: A developmental perspective / T.W. Rowland // *Pediatric Exercise Science.* – 1989. – № 1. – P. 313-328.

ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ КОГНИТИВНЫХ НАГРУЗКАХ: ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ЭФФЕКТЫ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ

И.А. Криволапчук^{*1}, А.А. Герасимова^{**}

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

^{**} Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова МЗРФ, Москва

Установлено, что систематические занятия физическими упражнениями оказывают благоприятное влияние на функциональное состояние (ФС) детей 11-12 лет при напряженной познавательной деятельности. Показано, что изменения ФС организма существенно зависят от недельного объема и метаболической направленности занятий физическими упражнениями. Предполагается, что в основе оптимизирующего воздействия физических нагрузок на ФС детей лежат механизмы перекрестной адаптации.

Ключевые слова: нагрузки аэробной и анаэробной направленности, напряженная познавательная деятельность, психофизиологическая реактивность, перекрестная адаптация.

Various physical exercises and functional state of school children performing cognitive tasks: cross adaptation effects. It was discovered that systematic physical exercises exert positive influence on the functional state (FS) of 11-12-year-old children under intensive cognitive load. It has been shown that FS changes depend considerably on the amount of physical exercises a week and on the metabolic orientation of these exercises. It is supposed that the mechanisms of cross adaptation underlie the optimizing influence of physical exercises on the children's FS.

Key words: aerobic and anaerobic activity, intensive cognitive activity, psychophysiological reactivity, cross adaptation.

Особенности долговременной адаптации детей к мышечной деятельности, в значительной степени, обусловлены выбором тех или иных параметров физической нагрузки, определяющих характер приспособительных изменений в организме [1, 6, 7, 9, 14]. Известно, что многие физиологические системы организма, обеспечивающие реализацию напряженной мышечной деятельности, могут совершенно неспецифически реагировать на самые различные неблагоприятные факторы [5, 18]. Систематические занятия физическими упражнениями существенно улучшают функционирование данных систем. Вследствие этого у человека с высокой двигательной активностью не только совершенствуются физические кондиции, но и повышается неспецифическая резистентность к действию широкого спектра социальных и природных стресс-факторов [5, 4, 12, 9]. В контексте

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

рассматриваемого вопроса большой интерес представляет задача определения рациональных соотношений параметров физической нагрузки для улучшения ФС школьников при психологическом стрессе и напряженной познавательной деятельности. В опубликованных в настоящее время работах отсутствует научная информация о сравнительном эффекте занятий физическими упражнениями аэробной и анаэробной направленности в отношении ФС учащихся разного возраста.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния систематических занятий физическими упражнениями различной направленности и объема на ФС школьников 11-12 лет при напряженных когнитивных нагрузках.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели был проведен педагогический эксперимент, в котором приняли участие дети школьники 11-12 (n=84) лет, отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Исследования проводили в соответствии с Хельсинской декларацией.

В качестве модели напряженной когнитивной нагрузки использовали работу с буквенными корректурными таблицами. Обследование осуществлялось в состоянии покоя, а также при реализации когнитивного задания с комфортной (автотемп) и максимальной (максимальный темп) скоростью [3]. По результатам выполнения тестовой нагрузки рассчитывали объём работы (А) и коэффициент продуктивности (Q).

Для оценки степени напряженности регуляторных систем использовали математический анализ сердечного ритма [10]. Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), моду (Mo), амплитуду моды (AMo), разброс кардиоинтервалов (MxDMn), средне-квадратическое отклонение (SDNN), стресс-индекс (SI).

Систолическое (СД) и диастолическое (ДД) артериальное давление крови регистрировали в соответствии с рекомендациями ВОЗ. Применяли адекватную возрасту детскую манжету. Рассчитывали двойное произведение (ДП).

В процессе работы были организованы четыре рандомизированные экспериментальные и одна контрольная (КГ) группы. Во всех экспериментальных группах в структуре основной части занятия выделяли два основных блока – обучающий и тренирующий [8]. Обучающий блок был однотипным во всех опытных группах. Средняя интенсивность нагрузки была низкой и не превышала 40 % максимального пульсового резерва. На решение задач этого блока отводилось 30–45 минут в неделю. В тренирующем блоке выделены 4 «модуля» двигательных заданий, отнесенных к различным зонам относительной мощности. На их реализацию отводилось от 60 до 120 минут в неделю. Экспериментальные нагрузки, предлагаемые занимающимся, были сопоставимы по средней интенсивности (70-80% максимального пульсового резерва), но различались по метаболической направленности и объему (табл.).

Дизайн исследования

Группы	Направленность нагрузки	Количество занятий	Недельный объем нагрузки
ЭГ-1	Преимущественно	3 раза в неделю	60 мин
ЭГ-2	аэробная	6 раз в неделю	120 мин
ЭГ-3	Преимущественно	3 раза в неделю	60 мин
ЭГ-4	анаэробная	6 раз в неделю	120 мин

Перед началом и после окончания педагогического эксперимента проводилось изучение двигательной подготовленности. Комплекс преимущественно аэробной направленности содержал 50 % упражнений, обеспечивающих развитие двигательных способностей, тесно связанных с аэробными возможностями, 25 % упражнений, способствующих улучшению двигательных способностей, базирующихся на анаэробной производительности организма. Комплекс преимущественно анаэробной направленности имел обратное соотношение указанных выше средств. В обоих случаях для упражнений, характеризующихся смешанным энергообеспечением, выделялось 25 % времени. Комплексы физических упражнений различной направленности были составлены таким образом, что имели одинаковую продолжительность, среднюю интенсивность и, соответственно, величину нагрузки [2].

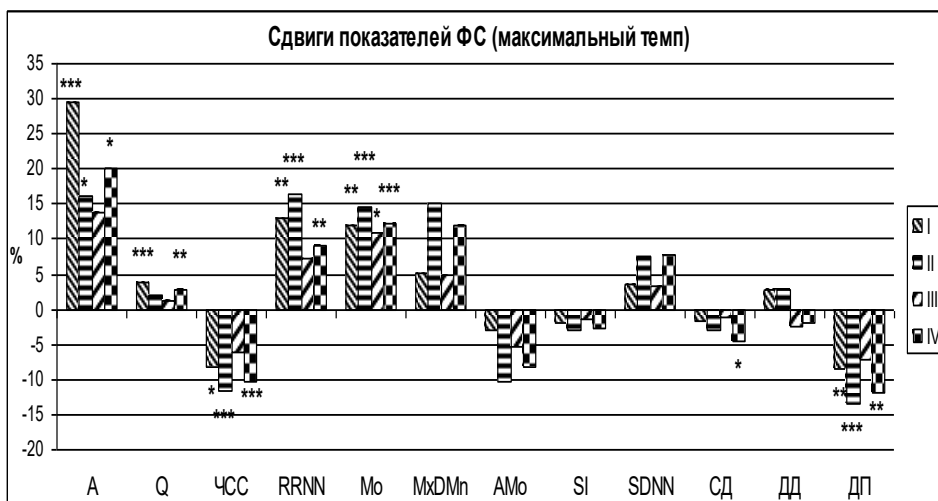
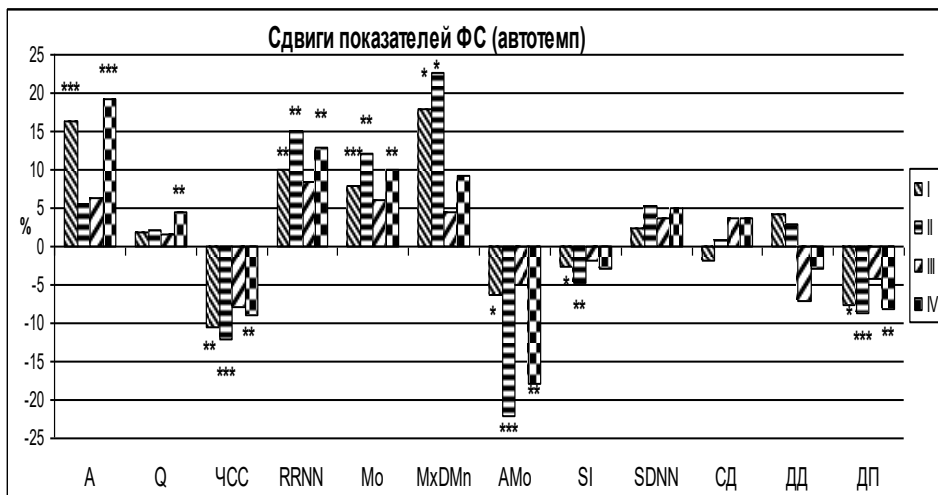
Полученный фактический материал обработан общепринятыми методами статистического анализа. Определялись статистические характеристики ряда измерений и проводилась проверка статистических гипотез. Достоверность различий оценивали с помощью параметрических и непараметрических критериев для корреляционно связанных и независимых выборок. На основе сдвигов отдельных переменных, полученных за время педагогического эксперимента, определяли интегральную величину сдвига различных показателей ФС.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал, что под влиянием программ занятий физическими упражнениями различной метаболической направленности в большинстве случаев произошли статистически значимые приросты показателей ФС после окончания педагогического эксперимента (рис.1). В экспериментальных группах с аэробной направленностью занятий (ЭГ1, ЭГ2) при выполнении когнитивной нагрузки в режиме автотемпа выявлены статистически значимые ($p < 0,05-0,001$) сдвиги ряда показателей ФС: А, ЧСС, RRNN, Мо, МхDMn, АМо, SI, ДП. Наиболее выраженные изменения ФС произошли в ЭГ2, применявшей «повышенный» объем высокоинтенсивных аэробных упражнений (см. рис. 1).

В экспериментальных группах с анаэробной направленностью нагрузки (ЭГ3, ЭГ4) также произошли значимые ($p < 0,05-0,001$) изменения ФС. Это относится к сдвигам таких показателей как А, Q, ЧСС, RRNN, Мо, ДП. Следует отметить, что

достоверные сдвиги ФС выявлены главным образом в ЭГ4, использующей «повышенный» объем физических упражнений анаэробного характера (см. рис. 1).



Рису. 1. Изменения показателей ФС школьников 11-12 лет при когнитивной нагрузке под влиянием физических упражнений различной направленности и объема.

Примечание: I – ЭГ1, II – ЭГ2 (аэробная направленность 60 и 120 мин соответственно); III – ЭГ3, VI – ЭГ4 (анаэробная направленность 60 и 120 мин соответственно); значения Q и SI уменьшены на порядок.

Сопоставление сдвигов показателей ФС, обусловленных направленностью занятий, показало, что группы школьников с преобладанием в структуре нагрузок анаэробных упражнений превосходили ($p < 0,05-0,001$) группы детей с превалированием аэробных упражнений в отношении приростов показателей скорости и продуктивности реализации когнитивной нагрузки. В свою очередь, группы школьников с преобладанием аэробных нагрузок имели некоторое преимущество в отношении сдвигов рассматриваемых вегетативных показателей ФС (см. рис. 1).

Сравнение приростов показателей ФС позволило выявить существенные ($p < 0,05-0,001$) различия в экспериментальных группах по сравнению с контрольной. В группах с преимущественно аэробной направленностью программ занятий (ЭГ1, ЭГ2) различия касались средней величины сдвига следующих показателей: ЧСС, RRNN, Мо, MxDMn. Наряду с этим в ЭГ2 произошли достоверные изменения ($p < 0,05-0,001$) А, Q, SI, ДП.

В экспериментальных группах с анаэробной направленностью программ занятий (ЭГ3, ЭГ4) по сравнению с контрольной группой также выявлены различия ($p < 0,05-0,001$) в отношении средней величины сдвига ЧСС, RRNN, Мо. В ЭГ4 наблюдались достоверные изменения ($p < 0,05-0,001$) А, Q, ДП.

При выполнении когнитивной нагрузки в режиме максимального темпа в экспериментальных группах с аэробной направленностью занятий (ЭГ1, ЭГ2) выявлены статистически значимые ($p < 0,05-0,001$) сдвиги А, Q, ЧСС, RRNN, Мо, ДП. Необходимо отметить, что наиболее выраженные изменения вегетативных показателей произошли в ЭГ2, тогда как приросты параметров умственной работоспособности (А, Q) были наивысшими в ЭГ1 (см. рис. 1).

В экспериментальных группах с анаэробной направленностью нагрузки (ЭГ3, ЭГ4) наблюдались существенные ($p < 0,05-0,001$) изменения таких физиологических переменных как ЧСС, RRNN, Мо, ДП. Следует отметить, что наиболее значимые сдвиги вегетативных показателей ФС выявлены в ЭГ4, использующей «повышенный» объем физических упражнений анаэробного характера (см. рис. 1). Наряду с этим в ЭГ4 произошли достоверные изменения ($p < 0,05-0,01$) А, Q, СД.

Сопоставление приростов показателей ФС в экспериментальных и контрольной группах обнаружило существенные ($p < 0,05-0,001$) различия между ними. В группах с преимущественно аэробной направленностью программ занятий (ЭГ1, ЭГ2) различия касались следующих показателей: А, Q, ЧСС, RRNN, Мо. Наряду с этим в ЭГ2 произошли достоверные изменения ($p < 0,05-0,001$) АМо, SI, ДП.

Аналогичные изменения по сравнению с контрольной группой произошли в экспериментальных группах с анаэробной направленностью программ занятий (ЭГ3, ЭГ4). Различия ($p < 0,05-0,001$) выявлены в отношении средней величины сдвига показателей А, Q, ЧСС, RRNN, Мо. Кроме того, в ЭГ4 произошли достоверные изменения ($p < 0,05-0,001$) SI, ДП.

Сравнение сдвигов показателей ФС, наблюдаемых при выполнении когнитивной нагрузки с комфортной и максимальной скоростью, не выявило значимых различий, обусловленных направленностью занятий физическими упражнениями. Вместе с тем обнаружена тенденция более выраженных изменений рассматриваемых показателей ФС в ЭГ2 и ЭГ4, выполнявших больший объем высокоинтенсивных упражнений преимущественно аэробного и анаэробного характера соответственно.

Наряду с анализом изменений отдельных показателей ФС, эффекты воздействия нагрузок различной метаболической направленности и объема оценивали с помощью интегрального показателя среднего темпа прироста результатов. На рисунке 2 представлены величины этого показателя у школьников экспериментальных групп. Видно, что средний темп прироста результатов был наибольшим у детей, выполнявших «повышенный объем» упражнений аэробного (ЭГ2) и анаэробного характера (ЭГ4).

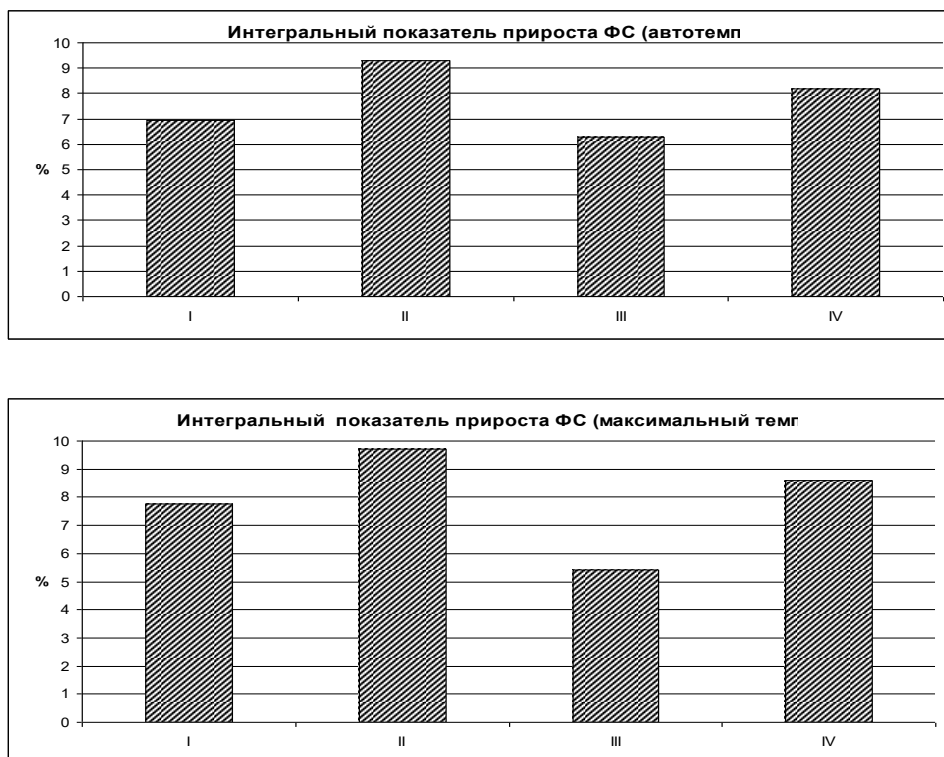


Рис. 2. Изменения обобщенных показателей ФС у школьников 11-12 лет при напряженной когнитивной нагрузке под влиянием физических упражнений различной направленности и объема.

Примечание: I – ЭГ1, II – ЭГ2 (аэробная направленность 60 и 120 мин соответственно); III – ЭГ3, IV – ЭГ4 (анаэробная направленность 60 и 120 мин соответственно).

Меньшая величина рассматриваемого параметра была отмечена у школьников, реализующих «средний объем» нагрузок различной метаболической направленности (ЭГ1 и ЭГ3). Материалы исследования показывают, что с увеличением недельного объема высокоинтенсивной физической нагрузки в рассматриваемом диапазоне продолжительности, происходит нарастание положи-

тельных изменений ФС (см. рис. 1 и рис. 2). Вместе с тем наряду с объемом нагрузки существенное влияние на ФС детей оказала преимущественная направленность занятий. Установлено, что при идентичном недельном объеме нагрузки, приросты ФС были выше в экспериментальных группах, использующих упражнения преимущественно аэробного характера (ЭГ1 и ЭГ2).

Результаты исследования находят подтверждение в научной литературе. Так, в ряде работ показано, что систематическое использование интенсивных физических нагрузок, превышающих пороговую величину, вызывает существенные изменения психофизиологической реактивности при стрессе и информационных нагрузках у взрослых и детей разного возраста [19, 13, 17, 16]. При этом установлено, что адекватно дозированные физические нагрузки оказывают выраженное воздействие на физиологические, психологические и поведенческие аспекты ФС занимающихся [11, 12, 21, 20, 15]. Необходимо отметить, что в публикациях, посвященных анализу влияния физических нагрузок различной метаболической направленности на изменения ФС при стрессе и психической напряженности, в основном описываются различия, обусловленные влиянием аэробных упражнений, тогда как сведения о перекрестных тренировочных эффектах анаэробных упражнений весьма малочисленны и противоречивы.

Полученные нами эмпирические данные согласуются с современными представлениями о механизмах долговременной адаптации к физическим нагрузкам [5, 1, 6, 7, 18, 9, 14]. По-видимому, систематические занятия физическими упражнениями существенно увеличивают мощность и экономичность функционирования не только специфической доминирующей функциональной системы, ответственной за приспособление к мышечной активности, но и механизмов общей адаптации, обуславливающих формирование неспецифических морфофункциональных изменений в организме. Все это находит отражение в уменьшении цены адаптации к интенсивной когнитивной нагрузке, благодаря чему один и тот же результат напряженной познавательной деятельности достигается меньшей степенью мобилизации психофизиологических функций, меньшим использованием функциональных резервов организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что эффекты долговременной адаптации детей 11-12 лет к физическим нагрузкам пороговой величины зависят от их метаболической направленности и недельного объема занятий. Результаты исследования дают основание полагать, что наблюдаемые при напряженной когнитивной деятельности изменения ФС детей в большей степени определяются общим объемом высокоинтенсивной физической нагрузки и в меньшей степени ее метаболической направленностью. Для получения выраженных благоприятных сдвигов в ФС организма целесообразно использовать нагрузки преимущественно аэробной направленности интенсивностью 70-80 % максимального пульсового резерва и суммарным объемом 120 минут в неделю.

В заключение необходимо отметить, что в основе оптимизирующего воздействия физических нагрузок на ФС детей при напряженной когнитивной деятельности лежат механизмы перекрестной адаптации.

Работа поддержана грантом РГНФ (проект №14-06-00211а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, А.А. Осипенко, Э.Н. Несен, С.Н. Корсун. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
2. Криволапчук И.А., Баранцев С.А., Герасимова А.А. Нагрузки различной метаболической направленности и двигательная подготовленность школьников: специфичность адаптационных эффектов // Новые исследования. – 2016. – № 1. – С. 81-88.
3. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Разработка модели тестовых нагрузок для изучения стрессовой реактивности подростков // Новые исследования. – 2010. – № 3 (24). – С. 25-37.
4. Медведев В.И. Адаптация человека. – СПб.: Институт мозга РАН, 2003. – 584 с.
5. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
6. Мохан Р., Глессон М., Гринхафф П.Л. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 295 с.
7. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
8. Романов К.Ю. Организация и содержание уроков физической культуры с оздоровительной направленностью // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2004. – № 1. – С. 6-9.
9. Швеллнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине. – М.: Практика, 2011. – 672 с.
10. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
11. Crews, D.J., Lochbaum, M.R., Landers, D.M. Aerobic physical activity effects on psychological well-being in low-income Hispanic children /Percept Mot Skills. – 2004. – Vol. 98, № 1. – P. 319-324.
12. Forcier, K., Stroud, L.R., Papandonatos, G.D. et al. Links between physical fitness and cardiovascular reactivity and recovery to psychological stressors: A metaanalysis // Health Psychol. – 2006. – Vol. 25, № 6. – P. 723-739.
13. Hamer M., Steptoe A. Association Between Physical Fitness, Parasympathetic Control, and Proinflammatory Responses to Mental Stress // Psychosomatic Medicine. 2007. Vol. 69. – P. 660-666.
14. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. Physiology of Sport and Exercise. – Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2011. – 640 p.
15. 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.
16. Lambiase M.J., Dorn J., Roemmich J.N. Systolic blood pressure reactivity during submaximal exercise and acute psychological stress in youth. Am J Hypertens. 2013. 26(3): 409-415.

17. Rimmele U., Seiler R., Marti B. et al. The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress // *Psychoneuroendocrinology*. – 2009. – Vol. 34. – P. 190-198.

18. 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.

19. Steptoe A., Kearsley N., Walters N. Cardiovascular activity during mental stress following vigorous exercise in sportsmen and inactive men // *Psychophysiology*. – 1993. – Vol. 30, № 3. – P. 245-252.

20. Voss M.W., Chaddock L., Kim J.S., Vanpatter M., Pontifex M.B., Raine L.B., Cohen N.J., Hillman C.H., Kramer A.F. Aerobic fitness is associated with greater efficiency of the network underlying cognitive control in preadolescent children // *Neuroscience*, 2011. 199. – P. 166-176.

21. Wipfli, B.M., Rethorst, C.D., Landers, D.M. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis // *J Sport Exerc Psychol*. – 2008. – Vol. 30, № 4. – P. 392-410.

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМИ СТАДИЯМИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

М.Б. Чернова*, И.А. Криволапчук^{*1}, В.К. Сухецкий**

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

**Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно

В работе получены результаты, свидетельствующие о том, что мальчики 13-14 лет с разными стадиями полового созревания (СПС), значительно отличаются по уровню физической работоспособности, проявляемой в различных зонах относительной мощности. Выделены три группы показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности, характеризующиеся спецификой их изменений в зависимости от степени половой зрелости. Первая группа включает физиологические переменные, наивысшие уровни которых наблюдаются у детей с IV СПС. Все они относятся к анаэробным алактатным и анаэробным гликолитическим компонентам системы энергообеспечения мышечной деятельности и характеризуют функциональные возможности организма при работе в зонах максимальной и субмаксимальной мощности. Вторая группа объединяет физиологические переменные, высокие уровни которых отмечаются у подростков с III СПС, а наименьшие – у детей с IV СПС. Эти показатели характеризуют, главным образом, совокупность аэробных возможностей организма и отражают работоспособность в зонах умеренной и большой мощности. Третья группа включает показатели, наиболее высокие значения, которых отмечаются у подростков со II СПС, а наименьшие – у детей с IV СПС. Они характеризуют максимальную аэробную мощность и силовую выносливость.

Ключевые слова: подростки, стадии полового созревания, зоны относительной мощности, энергетическое обеспечение мышечной деятельности, особенности работоспособности и двигательной подготовленности.

Physical health and motor fitness in adolescents at different stages of puberty. The analysis of results shows that 13-14-year-old boys at different puberty stages (PS) differ significantly in the level of physical work capacity, demonstrated in different zones of relative power. There are distinguished three groups of physical work capacity and motor readiness depending on their changes at different puberty stages. The first group includes physiological variables, the highest levels of which are observed among the children with IV PS. All of them are related to anaerobic alactant and anaerobic glycolic components of the muscle energy supply system and characterize the organism's functional abilities at work in different maximal and submaximal power zones. The second group unites physiological variables, the high levels of which are marked among adolescents with III PS, and the lowest are demonstrated by the children with IV PS. Mainly, these indexes characterize the whole organism's aerobic abilities and reflect work capacity in the zones of reasonable and large power. The third group in-

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

cludes indexes, which are the highest values, and are noticed among the adolescents with II PS. They characterize the maximal aerobic power and stamina.

Key words: *adolescents, puberty stages, zones of relative power, energy supply of muscle activity, work capacity and motor readiness.*

Происходящая в период полового созревания значительная перестройка нейроэндокринной регуляции, характеризующаяся резким усилением активности гипоталамо-гипофизарной системы, обуславливает интенсификацию деятельности эндокринных желез и преобразование функционирования всех физиологических систем и органов [1, 10, 16, 18]. Одним из важнейших вопросов, связанных с процессом полового созревания, является несоответствие между паспортным и биологическим возрастом подростков. Результаты исследований показывают, что подростки одного календарного, но разного биологического возраста, значительно отличаются по морфологическим признакам, особенностям адаптивных реакций систем вегетативного и энергетического обеспечения мышечной деятельности, психофизиологической реактивности [2, 9, 11, 20, 24]. Существенное расхождение паспортного и биологического возрастов в пубертатном периоде ставит ряд вопросов, связанных с необходимостью учета индивидуальных особенностей полового созревания при нормировании нагрузок в занятиях по физическому воспитанию и направленном развитии физических кондиций. Поскольку изменения физиологических и биохимических процессов в организме зависят от мощности выполняемой мышечной работы и ее продолжительности, большой интерес представляет изучение особенностей физической работоспособности и двигательной подготовленности, проявляющихся в различных зонах относительной мощности, у подростков одного паспортного возраста с разными стадиями полового созревания.

В связи с выше изложенным целью настоящего исследования явилось выявление специфики физической работоспособности и двигательной подготовленности подростков 13-14 лет с учетом стадий полового созревания в широком диапазоне доступных нагрузок.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследовании приняли участие мальчики 13-14 лет (n=162), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

Степень полового созревания оценивали по методике, предложенной J.M. Tanner, в модификации Д.В. Колесова и Н.Б. Сельверовой [4]. По совокупности вторичных признаков выделяли пять стадий полового созревания (СПС): I стадия – препубертатный этап; II стадия – этап активации гипофиза; III стадия – этап активации гонад; IV стадия – этап активного стероидогенеза; V стадия – завершение пубертата [20, 11, 19, 18].

В процессе исследования использовали гетерогенную батарею функциональных и эргометрических тестов, позволяющих оценить адаптационные возможности организма при работе в различных зонах относительной мощности. Определяли мощность нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC170) [3], максимальное потребление кислорода (МПК), интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД) [13], ватт-пульс (ВтП), максимальную силу (МС) и предельное время

работы (t_3 , t_5) при выполнении «до отказа» нагрузок большой (3 Вт/кг) и суб-максимальной (5 Вт/кг) мощности.

По данным выполнения работы «до отказа» на основе уравнения Muller определялись величины мощности нагрузок, максимальное время реализации которых составляло 1 (W1), 40 (W40), 240 (W240), 900 с (W900), коэффициенты, отражающие емкость аэробного (b) и соотношение возможностей аэробного и анаэробно-гликолитического источников (a) [5, 13]. Физическая нагрузка задавалась с помощью велоэргометра «РИТМ» ВЭ-05.

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) подтягивание из виса на перекладине; 4) шестиминутный бег; 5) поднимание туловища из положения «лёжа на спине» за 1 минуту.

Полученный фактический материал обработан общепринятыми методами статистического анализа. Определялись статистические характеристики ряда измерений и проводилась проверка статистических гипотез. Достоверность различий оценивали с помощью параметрических и непараметрических критериев для корреляционно несвязанных выборок. В процессе работы анализировались данные обследования детей со II, III и IV СПС. Из-за малых объемов выборок мальчиков 13-14 лет с I и V СПС, результаты их тестирования не рассматривались.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют о существенных различиях в уровне физической работоспособности и двигательной подготовленности подростков 13-14 лет, характеризующихся разными стадиями полового созревания. Мы анализировали показатели физической работоспособности и двигательной подготовленности в зависимости от особенностей каждой из четырех зон относительной мощности.

Как известно, основной особенностью кратковременной и весьма интенсивной работы в зоне максимальной мощности является то, что энергообеспечение мышечной деятельности происходит в основном за счет анаэробного алактатного источника, и лишь частично – за счет гликолиза. При сопоставлении параметров физического состояния, характеризующих приспособительные возможности организма подростков в зоне максимальной мощности, было установлено, что по мере перехода от II к IV СПС наблюдаются статистически значимые их изменения ($p < 0,05-0,001$). Так, мощность циклической нагрузки, которую человек способен поддерживать в течение 1 секунды (W1) возрастает, причем различия между III и IV СПС достигают статистически значимой величины ($p < 0,05$). Показатель максимальной силы, результаты бега на 20 метров и прыжка в длину также улучшаются с увеличением степени половой зрелости, при этом мальчики с IV СПС существенно ($p < 0,05-0,001$) превосходят сверстников со II и III СПС.

Важно отметить, что, несмотря на выявленную тенденцию к улучшению рассматриваемых показателей, различия между подростками со II и III СПС отсутствуют.

Таблица

Показатели физической работоспособности и двигательной подготовленности подростков 13-14 лет в разных зонах относительной мощности ($M \pm m$)

Показатель	Стадии полового созревания		
	II	III	IV
Работоспособность в зоне максимальной мощности			
W1, Вт/кг	10,33±0,39	10,51±0,30	11,45±0,37 ^x
МС, кг/кг	1,60±0,03 ^{**}	1,61±0,03	1,74±0,04 ^x
Бег 20 м, с	3,78±0,03 ^{***}	3,74±0,04	3,47±0,02 ^{xxx}
Прыжок в длину, см	173,00±1,92 ^{***}	176,70±2,75	190,90±1,56 ^{xxx}
Подтягивание, раз	2,17±0,42	2,22±0,47	2,60±0,38
Работоспособность в зоне субмаксимальной мощности			
W40, Вт/кг	5,01±0,06	5,07±0,07	5,09±0,07
t5 Вт/кг, с	42,43±2,33	46,70±2,80	46,30±3,57
ИНПД _{5Вт/кг} , уд/с	3,72±0,27 [*]	3,75±0,26	4,59±0,27 ^x
Подн. туловища, раз	45,43±0,99 ^{**}	44,59±1,22	40,20±1,48 ^x
Работоспособность в зоне большой мощности			
W240, Вт/кг	3,55±0,05	3,83±0,07 ⁺⁺	3,46±0,07 ^{xxx}
t3 Вт/кг, с	838,51±46,75 [*]	988,32±53,95 ⁺	628,50±80,30 ^x
ИНПД _{3Вт/кг} , уд/с	0,44±0,05 ^{**}	0,47±0,09	0,65±0,06
РWC170, кгм/мин*кг	13,52±0,46	12,76±0,34	13,19±0,51
МПК, мл/мин*кг	51,20±0,95 ^{***}	47,13±0,93 ⁺⁺	44,35±0,85
Бег 6 мин, м	1261,9±17,8 [*]	1275,3±18,7	1319,0±13,9
Работоспособность в зоне умеренной мощности			
W900, Вт/кг	2,76±0,06	2,84±0,08	2,61±0,07 ^x
Коэффициент «б», отн.ед.	12,50±0,30 ^{**}	12,67±0,33	11,51±0,27 ^x
ВтП, кгм/уд*кг	0,195±0,004	0,212±0,004 ⁺⁺	0,187±0,005 ^{xxx}

Примечание: *, **, ***, – достоверность различий между II и IV СПС; +, ++, +++ – достоверность различий между II и III СПС; x, xx, xxx – достоверность различий между III и IV СПС при $p < 0,05, 0,01, 0,001$ соответственно.

Расшифровку аббревиатур см. в разделе «Методика».

Полученные результаты указывает на то, что подростки с IV СПС обладают более высоким уровнем развития анаэробного алактатного компонента физической работоспособности и двигательной подготовленности по сравнению со сверстниками со II и III СПС.

При работе в зоне субмаксимальной мощности энергообеспечение мышечной деятельности осуществляется в основном за счет анаэробного гликолиза, играющего ключевую роль в условиях неадекватного снабжения тканей кислородом. Уровень показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности, отражающих способность организма к выполнению мышечной работы субмаксимальной мощности, с увеличением стадии полового созревания изменялся менее значительно, чем физиологические переменные в зоне максимальной мощности. Вместе с тем выявлены статистически значимые ($p < 0,05-0,01$) разли-

чия в отношении средних значений $ИНПД_{5Вт/кг}$ – показателя характеризующего экономичность выполнения работы анаэробного гликолитического характера, и результатов теста «поднимание туловища». Первый показатель улучшался с увеличением стадии полового созревания, при этом подростки с IV СПС существенно ($p < 0,05-0,001$) превосходили мальчиков со II и III СПС, тогда как различия между школьниками со II и III СПС не обнаружены. Величина второго показателя, наоборот, была наибольшей у мальчиков со II СПС, а наименьшей у подростков с IV СПС ($p < 0,05-0,01$).

При работе в зоне большой мощности, как известно, основную роль играют аэробные источники энергии на фоне значительной доли анаэробного гликолиза, которая быстро уменьшается по мере увеличения продолжительности нагрузки. Анализ показателей, характеризующих физическую работоспособность подростков 13-14 лет при выполнении работы большой мощности, позволил установить их разнонаправленное изменение с увеличением степени половой зрелости. Изменения $ИНПД_{3Вт/кг}$ – показателя характеризующего функциональные возможности организма при выполнении работы смешанного характера, и времени шестиминутного бега, нарастали по мере перехода от II к IV СПС. По этим показателям различия между школьниками со II и IV СПС достигали статистически существенных ($p < 0,05-0,01$) величин. По-другому изменялись время удержания «до отказа» нагрузки мощностью 3 Вт/кг (t_3 Вт/кг) и мощность циклической работы, которую человек способен поддерживать в течение 240 секунд (W_{240} – соответствует верхней границе зоны большой мощности). Наивысшие значения этих физиологических переменных установлены у мальчиков с III СПС, а наименьшие – IV СПС, при этом подростки с III стадией половой зрелости превосходят сверстников и IV и со II СПС.

Абсолютные показатели МПК, PWC_{170} с увеличением стадии полового созревания нарастают. Различия между II, III, IV СПС носят достоверный характер ($p < 0,05-0,001$). В то же время величины МПК, отнесенные к весу тела, отражают противоположную тенденцию, при этом различия между II и III, II и IV СПС также являются статистически существенными ($p < 0,01-0,001$). Относительные значения PWC_{170} не отличались у детей всех сопоставляемых групп.

Продолжительная циклическая работа умеренной мощности отличается аэробным характером энергетического обеспечения мышечной деятельности. При сравнении показателей физической работоспособности, отражающих способность организма подростков к выполнению работы в зоне умеренной мощности, выявлены значимые различия, обусловленные степенью половой зрелости. Показатель интенсивности нагрузки, соответствующей верхней границе зоны умеренной мощности – W_{900} , коэффициент «b» уравнения Muller, характеризующий емкость аэробного источника энергии, показатель $ВтП$, отражающий экономичность аэробного механизма энергообеспечения, были наивысшими у мальчиков с III СПС. Подростки этой группы значимо ($p < 0,05-0,001$) превосходили мальчиков с IV СПС по средним величинам W_{900} , коэффициента b и $ВтП$, а школьников со II СПС – по значениям коэффициента $ВтП$ ($p < 0,01$).

Анализ полученных результатов свидетельствует о зависимости работоспособности в различных зонах относительной мощности от степени половой зрелости подростков 13-14 лет. Установлено, что показатели физического состояния мальчиков с различными вариантами индивидуального развития имеют ряд спе-

цифических особенностей. Результаты поперечного исследования дают основание утверждать, что подростки с IV СПС, характеризуются меньшей аэробной производительностью организма на фоне более высоких анаэробных алактатных и анаэробных гликолитических возможностей по сравнению с детьми со II и III стадиями полового созревания.

Полученные результаты согласуются с представлением о том, что в пубертатный период изменяются соотношения аэробных и анаэробных источников энергии при мышечной деятельности [17, 6, 5, 13]. Считается, что общая направленность формирования мышечной энергетики и физической работоспособности подростков состоит в том, что аэробные механизмы энергетического обеспечения мышечной деятельности в значительной степени зависят от календарного возраста детей и достигают высокого уровня развития еще до начала периода полового созревания. Анаэробные механизмы, наоборот, разворачиваются в процессе полового созревания, достигая дефинитивного уровня развития на завершающей стадии полового созревания [13, 22]. Гетерохронность и нелинейность развития отдельных элементов системы энергетического обеспечения мышечной деятельности подростков во многом обусловлена соответствующей динамикой развития структурных элементов скелетных мышц, трансформацией активности ряда тканевых ферментов, изменениями деятельности системы транспорта и утилизации кислорода, а также нейроэндокринной регуляции физиологических функций [28, 29, 32, 18, 22].

В целом анализ полученных результатов позволил выделить различные соотношения показателей физического состояния, характеризующие особенности структуры энергетического обеспечения мышечной деятельности мальчиков со II, III и IV стадиями полового созревания. На этой основе определены три группы физиологических переменных, отражающих специфику физической работоспособности у подростков 13-14 лет, отличающихся по степени половой зрелости. Первая группа включает показатели функциональных возможностей организма при работе в зоне максимальной и субмаксимальной мощности. В эту группу входят такие переменные, как: W1; MC; W40; ИИПД_{3Вт/кг}; ИИПД_{5Вт/кг}; бег 20 м; прыжок в длину; подтягивания; бег 6 мин. Величины этих физиологических показателей нарастают по мере увеличения стадии полового созревания. Все они, за исключением шестиминутного бега, характеризуют анаэробные алактатные и анаэробные гликолитические возможности организма, развитие которых контролируется половыми гормонами, оказывающими колоссальное влияние на процессы созревания энергетических систем и метаболические возможности скелетных мышц []. Считается, что становление анаэробной производительности организма в значительной степени синхронизировано с динамикой базальных концентраций половых гормонов. Не случайно изменения уровня рассматриваемых показателей анаэробной работоспособности совпадают с описанной в ряде работ динамикой содержания в плазме крови соматотропина, лютропина, фоллитропина и тестостерона в зависимости от СПС [11, 19, 18]. При этом концентрация соматотропина в плазме крови на всех СПС положительно коррелирует с фоновым содержанием тестостерона [31]. Важно подчеркнуть, что при переходе от II-III к IV СПС у мальчиков отмечается не только нарастание в плазме крови содержания мужских половых гормонов [11, 27, 18], но и под их влиянием происходит увеличение толщины быстрых гликолитических волокон (II-B подтип) и повышение

активности ферментов анаэробного гликолиза [28, 29, 32], на фоне относительно неизменного количества медленных окислительных волокон (I тип) в составе смешанных скелетных мышц [33, 19, 15, 30]. На IV СПС происходит максимальное увеличение концентрации половых стероидов [18]. Можно констатировать, что наиболее низкие значения рассматриваемых показателей наблюдались у подростков со II СПС, а наиболее высокие – с IV СПС. В большинстве случаев различия были статистически значимыми.

Вторая группа объединяет физиологические переменные, наивысшие значения которых отмечаются у подростков с III СПС, а наименьшие – у детей с IV СПС. В эту группу входят такие показатели, как: коэффициент «b» уравнения Muller; ВтП; W900; W240, $t_{3Вт/кг}$. Все эти переменные, связанные с аэробным или смешанным аэробно-анаэробным энергообеспечением мышечной деятельности, характеризуют функциональные возможности организма при работе в зонах большой и умеренной мощности.

Полученная информация находится в соответствии с данными о том, что на III СПС у мальчиков отмечается временное повышение мощности аэробного порога [12, 13], означающее расширение зоны аэробного энергообеспечения и увеличение возможностей системы утилизации кислорода при мышечной деятельности. Причины этого явления, по-видимому, связаны с особенностями гормонального баланса, спецификой организации тканевой энергетики и кислородного снабжения мышц на III СПС. Резкое увеличение показателей, характеризующих аэробную емкость, может быть обусловлено активацией в этот период окислительных систем мышц под влиянием гормонов щитовидной железы, которая испытывает регуляторные воздействия со стороны гипофиза и гонад [5]. В поддержку подобной точки зрения выступают сведения о том, что исходный уровень концентраций тироксина и трийодтиронина у лиц с высокой работоспособностью выше в сравнении с нетренированными испытуемыми. При этом между уровнем тиреотропного гормона гипофиза и длительностью работы до отказа выявляется положительная взаимосвязь [8]. В ряде работ показано, что на III СПС резко возрастает концентрация соматотропина в плазме крови и уменьшается базальный уровень кортизола. Во время выполнения стандартной аэробной нагрузки отмечается наиболее выраженное повышение продукции соматотропина и наименее существенное увеличение секреции кортизола [31, 35]. На этой СПС у детей наблюдается синхронизм в проявлении функциональной активности симпато-адреналовой системы и коры надпочечников [21], что отражает увеличение адаптационных возможностей организма подростков. Наряду с этим под влиянием суммирующего эффекта андрогенов и соматотропина у мальчиков наблюдается интенсивное ускорение роста [18].

Наступление III СПС сопряжено и с увеличением возможностей кардиореспираторной системы. Обусловленные ростовыми процессами морфофункциональные изменения кислородтранспортной системы в этот период, создают благоприятные условия для снабжения тканей и органов кислородом при напряженной работе [18]. Улучшению кислородного обеспечения сократительной активности скелетных мышц способствуют и изменения их энергетического метаболизма. Как было отмечено выше, на III СПС мышцы вступают в первую фазу пубертатных дифференцировок, вследствие чего значительно повышается окислительный потенциал всех мышечных структур и возрастает относительное

количество волокон I типа. В этот период в большинстве мышечных волокон увеличиваются размер и количество митохондрий, растет активность окислительных ферментов.

Таким образом, подростки 13-14 лет с III СПС, характеризуются адекватными перестройками системы нейроэндокринной регуляции функций, а также систем транспорта и утилизации кислорода, способствующими увеличению предельной продолжительности работы в зонах большой и умеренной мощности.

Третья группа объединяет физиологические переменные, наивысшие уровни которых отмечаются у подростков со II СПС, а наименьшие – у детей с IV СПС. В эту группу входят МПК и тест «поднимание туловища». Следует подчеркнуть, что изменения этих показателей отрицательно коррелируют с изменениями массы тела: самые существенные различия ($p < 0,05-0,001$) относительно показателя массы тела отмечены между детьми с III и IV СПС. В литературе имеются сведения о том, что при отсутствии специальных тренировок относительные показатели МПК могут проявлять тенденцию к снижению или стабилизации на фоне неуклонного возрастания абсолютных величин по мере увеличения темпов роста в ходе полового созревания [15, 23, 26, 30, 34, 36]. Более низкие величины МПК у подростков 13-14 лет на IV СПС, по-видимому, отражают сниженную пропускную способность механизмов транспорта кислорода у детей с ускоренным темпом развития [17, 19, 20], которое, компенсируется совершенствованием вегетативной регуляции функций при физической нагрузке. Выявленные особенности обусловлены и рядом перестроек в деятельности физиологических систем, происходящих у подростков на IV СПС. Так, резкие изменения длины, массы тела, увеличение массы миокарда и длины сосудов, продолжающееся формирование сократительной функции сердца и другие морфофункциональные преобразования, могут вызывать у детей 13-14 лет с ускоренным темпом созревания неадекватное напряжение кислородтранспортной системы и временное ухудшение адаптационных возможностей при выполнении объемных физических нагрузок аэробной направленности [7, 9, 14, 18]. Это согласуется с данными о том, что адаптивные изменения функционального состояния подростков-спортсменов с различными вариантами индивидуального развития имеют ряд выраженных особенностей: многие подростки с высокими темпами созревания характеризуются низкими возможностями кислородтранспортной системы и проявляют высокую работоспособность при физических упражнениях анаэробного характера, требующих максимальных усилий [2, 23, 33, 34].

Различия в результатах выполнения теста «поднимание туловища», вероятно, связаны не только с изменением соотношения быстрых и медленных волокон в структуре скелетных мышц, но и с опережающим ростом костей в длину, по отношению к росту других тканевых компонентов во время пубертатного скачка интенсивности ростовых процессов. Как известно, скачок в увеличении мышечной массы происходит через 3 месяца, а скачок веса – через 6 месяцев после начала роста длины тела. Важно подчеркнуть, что скачок роста длины тела происходит главным образом за счет роста туловища, а не конечностей [20]. В результате не только возрастает масса туловища, но и увеличивается плечо рычага действия мышечной тяги. Это приводит возрастанию сопротивления, которое необходимо преодолеть при выполнении контрольного упражнения «поднимание туловища».

Отдельного обсуждения требует выявленные нами более высокие уровни общей выносливости у мальчиков с IV СПС на фоне тенденции уменьшения аэробной производительности организма. В значительной степени это связано с тем, что шестиминутный бег, используемый для оценки общей выносливости, реализуется в смешанном аэробно-анаэробном режиме энергообеспечения. Поэтому некоторое снижение аэробной производительности в данном случае может компенсироваться за счет высоких анаэробных возможностей подростков с IV СПС. По мере роста у детей увеличивается длина ног, улучшается техника бега и экономичность работы. Это также способствует росту скорости бега на длинные дистанции, при относительно постоянном МПК [25].

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что мальчики 13-14 лет с III СПС, характеризуются по сравнению с детьми с IV СПС более высокими показателями мощности и емкости аэробной системы энергообеспечения, а в сопоставлении с подростками со II СПС – более низкой максимальной аэробной мощностью на фоне более высокой емкости и экономичности функционирования аэробной системы. В свою очередь мальчики с IV СПС отличаются от школьников со II и III СПС высокой анаэробной производительностью.

Таким образом, полученные данные подтверждают точку зрения о том, что в период полового созревания становление механизмов энергообеспечения мышечной деятельности происходит гетерохронно и нелинейно. При этом подростки 13-14 лет с различными стадиями полового созревания существенно отличаются по уровню работоспособности, проявляемой в зонах умеренной, большой, субмаксимальной и максимальной мощности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о том, что мальчики 13-14 лет, находящиеся на разных стадиях полового созревания, значительно отличаются по уровню физической работоспособности, проявляемой в различных зонах относительной мощности. Выделены три группы показателей физической работоспособности и двигательной подготовленности, характеризующиеся спецификой их изменений в зависимости от степени половой зрелости. Первая группа включает физиологические переменные, наивысшие уровни которых наблюдаются у детей с IV СПС. Все они относятся к анаэробным алактатным и анаэробным гликолитическим компонентам системы энергообеспечения мышечной деятельности и характеризуют функциональные возможности организма при работе в зонах максимальной и субмаксимальной мощности. Вторая группа объединяет физиологические переменные, высокие уровни которых отмечаются у подростков с III СПС, а наименьшие – у детей с IV СПС. Эти показатели характеризуют, главным образом, совокупность аэробных возможностей организма и отражают работоспособность в зонах умеренной и большой мощности. Третья группа включает показатели, наиболее высокие значения которых отмечаются у подростков со II СПС, а наименьшие – у детей с IV СПС. Они характеризуют максимальную аэробную мощность и силовую выносливость.

Установлено, что подростки 13-14 лет с III СПС характеризуются по сравнению с детьми с IV СПС более высокими показателями мощности и емкости

аэробной системы энергообеспечения, а в сопоставлении с подростками со II СПС - более низкой максимальной аэробной мощностью на фоне более высокой емкости и экономичности функционирования аэробной системы. В свою очередь мальчики 13-14 лет с IV СПС отличаются от школьников с III СПС и II СПС высокой анаэробной производительностью организма, относительно низкими аэробными возможностями.

Материалы исследования дают основание считать, что в занятиях с мальчиками 13-14 лет, отличающимися по степени половой зрелости, необходимо регулировать параметры мышечных нагрузок исходя из учета особенностей их физической работоспособности в различных зонах относительной мощности. Данное обстоятельство целесообразно принимать во внимание при осуществлении дифференцированного подхода к нормированию нагрузок в процессе физического воспитания и спортивной тренировки подростков.

Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант № 16-06-00285а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности: Руководство для врачей. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. - 350 с.
2. Детская спортивная медицина/ под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева.- М.: Медицина, 1991.- 560 с.
3. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине.- М.: Физкультура и спорт, 1988.- 208 с.
4. Колесов Д.В., Сельверова Н.Б. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания. - М.: Педагогика, 1978. - 224 с.
5. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки // Физиология человека.- 2005.- Т.31, N4. - С. 42-46.
6. Король В.М. Физиологическая оценка комплексной системы развития двигательных качеств у подростков и юношей // Нормирование нагрузок в физическом воспитании школьников/ Под ред. Л.Е. Любомирского. - М.: Педагогика, 1989.- С. 145-159.
7. Любомирский Л.Е, Букреева Д.П., Васильева Р.М. Функциональные возможности двигательной системы детей и подростков с разным уровнем тренированности// Физиология человека.- 1997.- Т. 23, № 6.- С 69-76.
8. Осипова Н.В. Сравнительная характеристика влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на уровень физической работоспособности студентов различных специализаций спортивного вуза: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - СПб., 2008. - 18 с.
9. Подростковая медицина. Руководство / Под.ред. Л.И. Левиной, А.М. Куликова.- СПб: Питер, 2006.- 544 с.

10. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2009. – 432 с.
11. Ремшмидт Х. Подростковый и юношеский возраст: проблемы становления личности.– М.: Мир, 1994.– 320 с.
12. Сонькин В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека // Физиология человека.– 2007.– Т.33, №3. – С. 81-99.
13. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.
14. Тупицын И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников.– М.: Педагогика, 1985. – 88 с.
15. Уилмор Дж., Костилл Д. Физиология спорта и двигательной активности.– Киев: Олимпийская литература, 1997.– 504 с.
16. Фарбер Д.А., Безруких М.М. Методологические аспекты изучения физиологии развития ребенка // Физиология человека.– 2001.– Т. 27, № 5.– С. 8–16.
17. Физиология подростка/ Под ред. Д.А. Фарбер.– М.: Педагогика, 1988.– 208 с.
18. Физиология развития ребенка: Руководство по возрастной физиологии / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2010. – 768 с.
19. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Образование от А до Я, 2000. – 319 с.
20. Харрисон Дж., Уайнер Дж., Тэннер Дж. и др. Биология человека. – М.: Мир, 1979.– 611 с.
21. Шайхелисламова М.В. Возрастно-половые особенности и механизмы адаптационных реакций у детей 7-15 лет: автореф. дис. ... д-ра. биол. наук: 03.00.13. – Казань, 2007. – 41 с.
22. Armstrong N., Barker A.R., McManus AM. Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? // Br J Sports Med.2015, 49(13), 860-864.
23. Bar-Or O. New and old in pediatric exercise physiology // Int. J. Sports Med. 2000. – Suppl. 2: P. 113-116.
24. Berk L.E. Child Development. Published by Pearson, 2012. – 816 pp.
25. Daniels J., Oldridge N., Nagle F., White B. Differences and changes in VO₂ among young runners 10 to 18 years of age // Medicine and Science in Sports and Exercise.– 1978. – № 10.– P. 200–203.
26. Danis A., Kyriazis A., Klissouras Y. The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins // The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins // Eur. J. Appl. Physiol., 2003.– Vol.89, № 3-4.– P. 309–318.
27. Dehennin L., Delgado A., Peres G. Urinary profile of androgen metabolites at different stages of pubertal development in a population of sporting male subjects // Eur. J. Endocrinol., 1994.– Vol. 130. № 1.– P. 53–59.
28. Eriksson B. O. Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11–13-year old boys // Acta Physiologica Scandinavica. Suppl. – 1972.– Vol. 384.– P. 5–48.

29. Fellmann N., Coudert J. Physiology of muscular exercise in children / Arch Pediatr. – 1994. – Vol. 1, № 9. – P. 827-840.
30. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. Physiology of Sport and Exercise. – Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2011. – 640 p.
31. Pomerants T., Tillmann V., Karelson K. et al. Impact of acute exercise on bone turnover and growth hormone/insulin-like growth factor axis in boys//J Sports Med Phys Fitness. – 2008. – Vol. 48, № 2. – P. 266-271.
32. Ratel S., Bedu M., Hennegrave A. et al. Effects of age and recovery duration on peak power output during repeated cycling sprints // Int. J Sports. Med. – 2002. – Vol.23, – №6. – P. 397-402.
33. Rowland T. W. Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1985. – № 17. – P. 493-497.
34. Rowland T. W. Oxygen uptake and endurance fitness in children: A developmental perspective // Pediatric Exercise Science. – 1989. – № 1. – P. 313-328.
35. Viru A., Laaneots L., Karelson K. et al. Exercise-induced hormone responses in girls at different stages of sexual maturation // Eur. J. Appl. Physiol. – 1998. – Vol. 77, № 5. – P. 401-408.
36. Welsman J.R. Armstrong N. Longitudinal changes in submaximal oxygen uptake in 11- to 13-year-olds // J Sports Sci. 2000, 18 (3), 183-189.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

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

При направлении статьи в редакцию рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Номер подписан в печать 16.12.2016.

Усл. п. л. 7. Тираж 500 экз.

Отпечатано ИП Скороходов В.А.

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