

**Российская академия образования  
Институт возрастной физиологии**



**НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

№ 4(33) 2012

**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.

**СОСТАВИТЕЛЬ**

Догадкина С.Б.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Баранов А.А., д.м.н., акад. РАМН

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО

Фельдштейн Д.И., д.псих.н., акад. РАО

Леонова Л.А., д.м.н., акад. РАО

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Безобразова В.Н., к.б.н.

Макеева А.Г., к.пед.н.

Полянская Н.В., к.м.н.

Рублева Л.В., к.б.н.

Рыбаков В.П., д.м.н.

Соколов Е.В., к.б.н.

Фишман М.Н., д.б.н.

Криволапчук И.А., д.б.н.

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

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

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

### **ВНИМАНИЕ!!!**

Журнал распространяется:

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

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

**Альманах «Новые исследования»** - М.: Институт возрастной физиологии, 2012, № 4 (33) - 116 с.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ИЗУЧЕНИЕ БИЛАТЕРАЛЬНЫХ МОНОСИНАПТИЧЕСКИХ РЕФЛЕКСОВ  
МЫШЦ ВЕРХНИХ И НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ  
ЦИКЛИЧЕСКОГО И ИГРОВОГО ВИДОВ СПОРТА

Ланская О.В., Андриянова Е.Ю. .... 5

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕФЛЕКТОРНЫХ И МОТОРНЫХ  
ОТВЕТОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ В ПОКОЕ У ЛИЦ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Челноков А.А. .... 13

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ  
У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО И СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Орлова Н.И., Рыбаков В.П. .... 23

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКАДИАННОГО РИТМА ТЕМПЕРАТУРЫ  
КОЖИ У ЧЕЛОВЕКА В ПЕРИОД ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

Пронина Т.С., Рыбаков В.П. .... 30

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
У ДЕТЕЙ 5-9 ЛЕТ

Догадкина С.Б. .... 40

ВОЗРАСТНЫЕ И АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ  
СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА (5-7 ЛЕТ)

Соколов Е.В. .... 49

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК КРОВИ И  
ИММУННОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ - ПЕРВОКУРСНИКОВ.

Анфиногенова О.И., Трунова А.Ю. .... 59

ИЗМЕНЕНИЕ КЛЕТОЧНОГО СОСТАВА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ  
У ДЕТЕЙ С УЧЕТОМ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Анфиногенова О.И., Трунова А.Ю. .... 63

## ЗДОРОВЬЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ  
ДОШКОЛЬНОГО И МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Параничева Т.М., Тюрина Е.В. .... 68

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И СТЕРЕОИДНЫЙ СТАТУС МОСКОВСКИХ ШКОЛЬНИКОВ. Ермакова И.В., Бурая Т.И., Сельверова Н.Б. ....	78
ПОЛОВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ДЛИНЫ ТЕЛА УЧАЩИХСЯ 7 – 16 ЛЕТ ГИМНАЗИИ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ (ЛОНГИТУДИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) Семенова М.В., Шибкова Д.З. ....	88
ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ СЕЛЬСКИХ ШКОЛЬНИКОВ Калюжный Е.А., Кузмичев Ю.Г., Крылов В.Н., Михайлова С.В., Болтачева Е.А., Жулин Н.В. ....	99
<b>ПСИХОЛОГИЯ СПОРТА</b>	
САМООЦЕНКА ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ СПОРТИВНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ Макунина О.А. ....	107
СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИДЕЙ Е.А. АРКИНА О ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА Парамонова М.Ю. ....	111

# ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

## ИЗУЧЕНИЕ БИЛАТЕРАЛЬНЫХ МОНОСИНАПТИЧЕСКИХ РЕФЛЕКСОВ МЫШЦ ВЕРХНИХ И НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧЕСКОГО И ИГРОВОГО ВИДОВ СПОРТА

О.В. Ланская<sup>1</sup>, Е.Ю. Андриянова  
ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»,  
Великие Луки

У представителей разных видов спорта (лыжников-гонщиков и баскетболистов) изучены электронейромиографические (ЭНМГ) параметры моносинаптических рефлексов мышц верхних и нижних конечностей, полученные при электростимуляции (ЭС) спинномозговых корешков соответственно на уровне позвоночных сегментов С2-С7 и Т11-Л3. В результате установлено, что количественная выраженность и направленность изменений ЭНМГ-характеристик, отражающих состояние нейрональных цепей спинальных двигательных пулов скелетных мышц верхних и нижних конечностей на фоне долговременной адаптации к физическим нагрузкам, определяется спецификой спортивной деятельности.

**Ключевые слова:** физиология спорта; моносинаптическая природа двигательных ответов мышц; адаптация к спортивной деятельности разной направленности.

*Study of bilateral monosynaptic reflexes in muscles of upper and lower extremities in those involved in cyclic and competitive sports. Different sportsmen (ski racers, basketball players) took part in the study of electroneuromyographic (ENMG) parameters of monosynaptic reflexes in upper and lower extremities, received as a result of electrical stimulation of spinal roots at segmental spinal cord levels C2-C7 and T11-L3 correspondingly. Changes of ENMG characteristics reflect the state of neural chains of spinal motor neuron pools in upper and lower extremities during the long-term adaptation to physical activity. Qualitative and quantitative parameters of these changes are determined by the characteristics of the sport activity itself.*

**Key words:** physiology of sports; monosynaptic nature of motor responses of muscles; adaptation to different kinds of sports.

Особенность двигательного режима людей, занимающихся спортом, оказывает влияние на функционирование всех систем организма, в том числе, определенные трансформации имеют место и в нейромоторном аппарате. В процессе регулярных занятий спортом достигается очень тонкая настройка регуляции выполнения двигательного акта, полностью соответствующая необходимым двигательным задачам. Происходит формирование так называемого двигательного стереотипа с

---

Контакты: <sup>1</sup> Ланская О.В.. E-mail: <lanskaya2012@yandex.ru>

участием высших центров нервной системы. В связи с этим, спортсмены способны осуществлять значительно большую по объему и интенсивности и гораздо более разнообразную двигательную активность, чем нетренированные люди [1]. Процесс адаптации к оптимальным спортивным нагрузкам, зависящий от характера и объема двигательной деятельности, должен находить выражение в допустимом изменении уровня значений функциональных показателей, отражающих, в частности, состояние нервной и нервно-мышечной систем. При этом изучение особенностей функционирования нейрональных сетей спинного мозга под влиянием специфической спортивной деятельности и регуляции периферического звена нервно-мышечного аппарата на спинальном уровне будет способствовать более детальному изучению механизмов развития адаптационных процессов в нейромоторной системе спортсменов, а также их возможной перестройки под влиянием факторов, сопряженных с выполнением значительной по объему физической нагрузки.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование проводилось в лаборатории нейрофизиологии НИИ проблем спорта и оздоровительной физической культуры на базе ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта» (ВЛГАФК). В исследовании принимали участие лица мужского пола в возрасте 19-23 лет: 13 лыжников-гонщиков и 13 баскетболистов. Спортивная квалификация спортсменов на момент исследования - I взрослый разряд и кандидат в мастера спорта.

В настоящем исследовании использовалась кожная ЭС дорсальных корешков шейного и пояснично-крестцового утолщений спинного мозга, приложенная со стороны остистых отростков на уровнях позвонков С2-С7 и Т11-Л3, для получения вызванных моторных ответов (ВМО) соответственно с билатеральных мышц плеча (двуглавых и трехглавых) и предплечья (плечелучевых и разгибателей II-V пальцев кисти), а также бедра (двуглавых), голени (подколенных и камбаловидных) и стопы (коротких сгибателей пальцев). Изучались такие ЭНМГ-параметры как пороги возникновения и максимальная амплитуда ВМО билатеральных проксимальных и дистальных мышц верхних и нижних конечностей.

Следует отметить, что для проведения собственных исследований была взята за основу и адаптирована для решения поставленных нами задач техника регистрации мультисегментарных моносинаптических ответов (MMRs) мышц или, как их ещё называют, «заднекорешковых мышечных ответов» (PRMs), вызываемых посредством кожной стимуляции спинного мозга. Данная методика была предложена, описана и использована группой авторов [2, 3], которые показали, что при поверхностной стимуляции дорсальной поверхности спинного мозга на уровне между спинномозговыми позвонками Т11-Т12 в симметрично расположенных мышцах нижних конечностей регистрируются двигательные ответы, характеристики которых (подавление ответов при предъявлении кондиционирующего стимула и при вибрации сухожилия) указывают на их эквивалентность Н-рефлексу скелетных мышц. Поскольку известно, что Н-рефлекс является результатом электрической стимуляции больших по диаметру афферентов периферического нерва, можно предположить, что MMRs (PRMs) вызываются посредством такой же активации чувствительных аксонов в проксимальных участках, непо-

средственно прилегающих к спинному мозгу. Следовательно, ответы функционально эквивалентны Н-рефлексу, поскольку оба явления инициированы в одних типах чувствительных аксонов

Для записи ВМО с мышц верхних и нижних конечностей использовался восьмиканальный «Мини-электромиограф» (АОН «Возвращение», Санкт-Петербург, 2003). Полученные данные обрабатывались в режиме off-line при использовании специальной компьютерной программы «Муо» (АОН «Возвращение», Санкт-Петербург, 2003). Исследование проводилось в положении испытуемых лежа на спине, в помещении с комнатной температурой 25°-30°.

Статистическая обработка результатов выполнена в программе «Statistica 10.0». Для оценки достоверности различий между изучаемыми параметрами использовались критерии Вилкоксона (для парных сравнений) и t-Стьюдента (для непарных сравнений), а для исследования влияния такой качественной независимой переменной, как уровень стимуляции на зависимые количественные параметры ВМО применялся факторный дисперсионный анализ ANOVA.

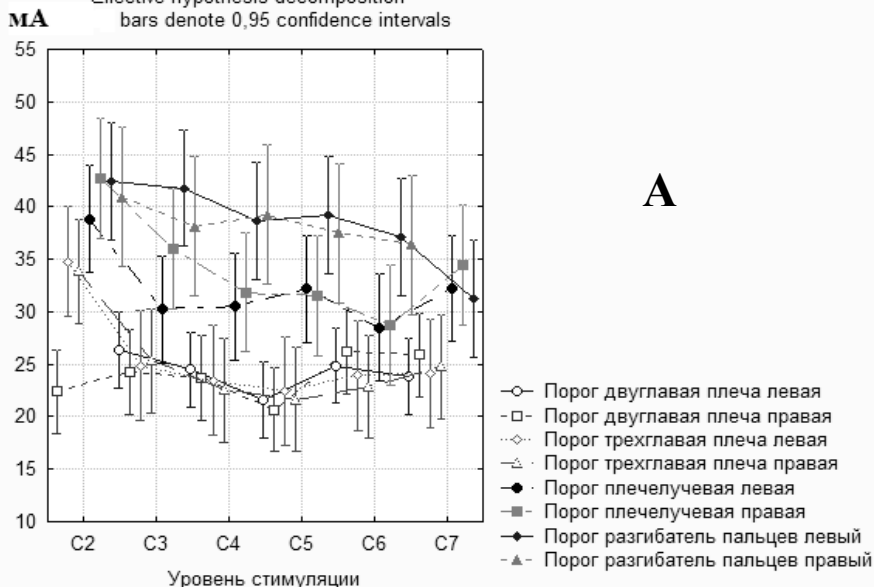
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что участвующие в исследовании представители спортивных специализаций адаптированы к двигательной деятельности разной направленности: для баскетбола характерна смешанная структура движений переменной интенсивности с преимущественным развитием скоростно-силовой выносливости, тогда как занятия лыжными гонками ориентированы на развитие общей выносливости при выполнении длительной циклической работы умеренной интенсивности. Это, в свою очередь, может сопровождаться рядом специфических пластических перестроек в функциональной активности нервно-мышечной системы спортсменов, тренирующихся в разных видах спорта, и проявлением характерных изменений электрофизиологических параметров скелетных мышц.

В результате сравнительного анализа было установлено, что значения порогов ВМО большинства тестируемых мышц плеча (двуглавых, трехглавых) и предплечья (плечелучевых, разгибателей пальцев кисти) между исследованными группами лыжников-гонщиков и баскетболистов существенных отличий не имели ( $p > 0,05$ ) (рис. 1, А, Б). Исключение составила точка С6, при стимуляции на уровне которой среднегрупповой показатель порога реализации моносинаптического рефлекса ВМО правой плечелучевой мышцы у баскетболистов превышал на 33,3% соответствующую величину у лыжников-гонщиков.

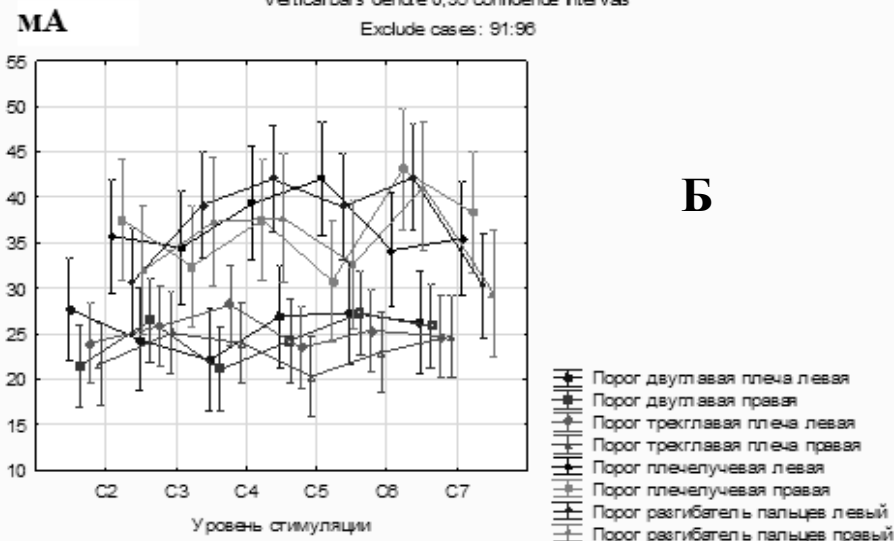
В свою очередь, статистическая обработка результатов исследования выявила, что величины максимальной амплитуды рефлекторных ответов мышц плеча и предплечья у лыжников-гонщиков были, в ряде случаев, существенно выше, чем у баскетболистов (табл. 1). Так, например, практически на всех изучаемых уровнях ЭС нервных корешков шейного утолщения спинного мозга (ШУ СМ) значения данного ЭНМГ-параметра двигательных рефлексов билатеральных плечелучевых мышц у лыжников значительно превышали ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ) соответствующие показатели у баскетболистов, а при стимуляции на уровне позвонков С5 и С7 величины амплитуды ВМО левой и правой двуглавых мышц у большинства спортсменов первой группы также были достоверно выше ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ), чем у игроков баскетбольной команды (табл. 1).

Уровень стимуляции; LS Means  
 Wilks lambda=.47170, F(40, 286, 12)=1,3458, p=.08882  
 Effective hypothesis decomposition  
 bars denote 0,95 confidence intervals



**A**

Уровень стимуляции; LS Means  
 Wilks lambda=.37897, F(40, 288, 12)=1,7943, p=.00381  
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote 0,95 confidence intervals  
 Exclude cases: 91:96



**B**

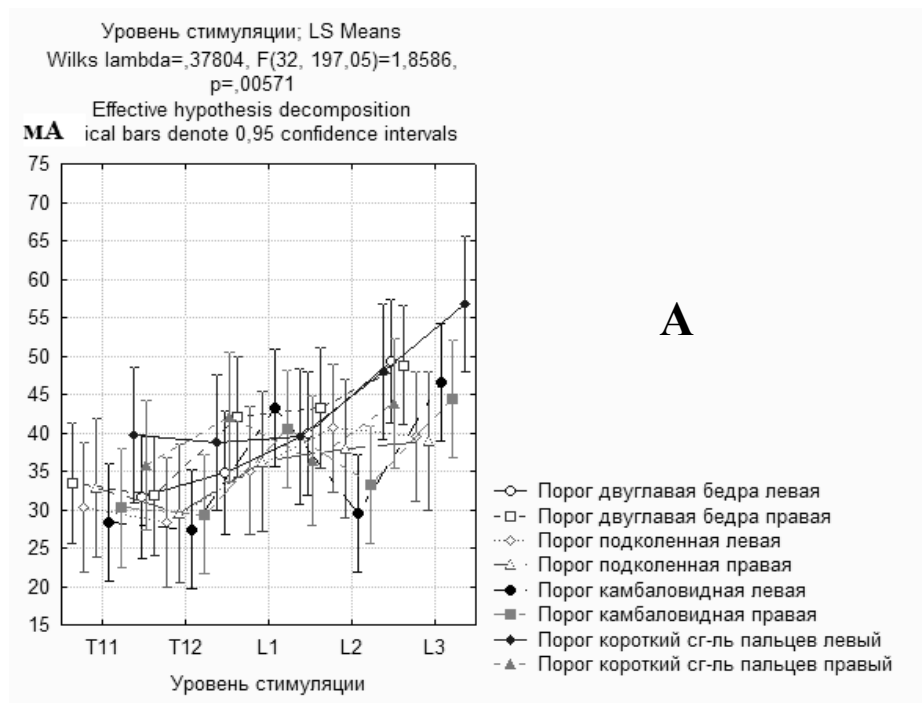
Рис. 1. Пороги ВМО билатеральных мышц плеча и предплечья у лыжников-гонщиков (А) и баскетболистов (Б),  $M \pm t$  (MA)



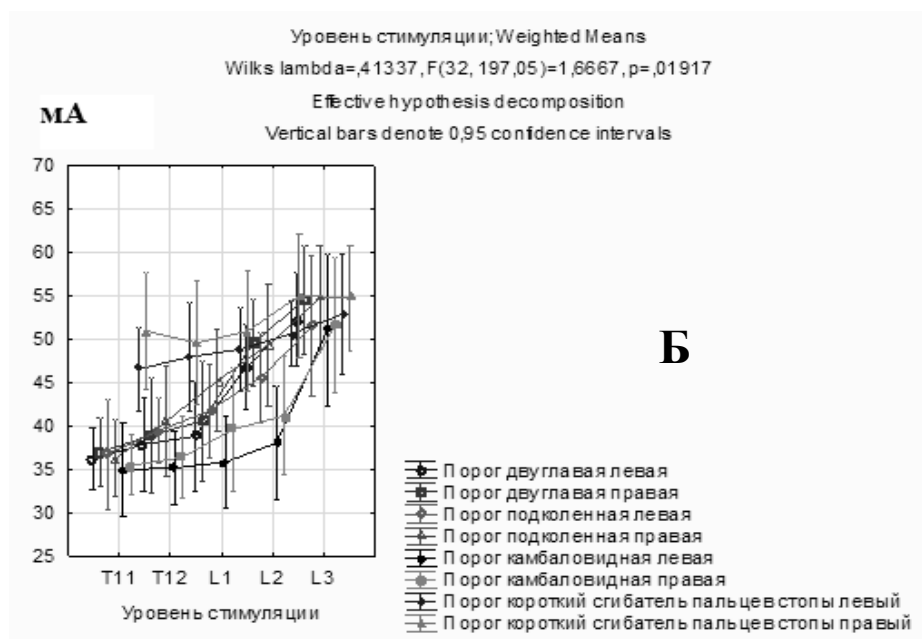
Таблица 1

Среднегрупповые значения максимальной амплитуды ВМО билатеральных мышц верхних конечностей у спортсменов различных специализаций ( $M \pm m$ ), мВ

Тестируемые мышечные группы	Электростимуляция дорсальных корешков ШУ СМ на уровне позвонков											
	C2		C3		C4		C5		C6		C7	
	Лыжники-гонщики, n=13	Баскетболисты, n=13	Лыжники-гонщики, n=13	Баскетболисты, n=13	Лыжники-гонщики, n=13	Баскетболисты, n=13	Лыжники-гонщики, n=13	Баскетболисты, n=13	Лыжники-гонщики, n=13	Баскетболисты, n=13	Лыжники-гонщики, n=13	Баскетболисты, n=13
Двуглавая мышца плеча (левая)	0,98 ± 0,13	1,01 ± 0,15	0,96 ± 0,13	0,96 ± 0,23	1,12 ± 0,09	1,37 ± 0,30	1,05 ± 0,05	0,57 ± 0,10	1,06 ± 0,13	1,19 ± 0,25	1,01 ± 0,06	0,66 ± 0,10
	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p<0,001		p>0,05		p<0,01	
	0,90 ± 0,08	0,72 ± 0,11	0,92 ± 0,11	1,13 ± 0,25	1,05 ± 0,09	1,46 ± 0,44	0,99 ± 0,06	0,59 ± 0,11	1,03 ± 0,08	1,06 ± 0,21	0,98 ± 0,06	0,57 ± 0,11
Двуглавая мышца плеча (правая)	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p<0,01		p>0,05		p<0,01	
Трехглавая мышца плеча (левая)	0,69 ± 0,13	0,78 ± 0,18	0,67 ± 0,14	0,96 ± 0,23	0,70 ± 0,12	1,29 ± 0,25	0,76 ± 0,11	0,97 ± 0,23	0,81 ± 0,21	1,26 ± 0,30	0,77 ± 0,09	1,15 ± 0,23
	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05	
	0,65 ± 0,05	0,64 ± 0,10	0,69 ± 0,13	0,86 ± 0,16	0,71 ± 0,13	1,34 ± 0,33	0,72 ± 0,11	0,69 ± 0,11	0,83 ± 0,11	0,73 ± 0,12	0,78 ± 0,09	0,77 ± 0,14
Трехглавая мышца плеча (правая)	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05	
Плечелучевая мышца (левая)	0,57 ± 0,07	0,33 ± 0,08	0,61 ± 0,14	0,36 ± 0,13	0,65 ± 0,13	0,27 ± 0,09	0,69 ± 0,13	1,05 ± 0,27	0,66 ± 0,10	0,24 ± 0,06	0,67 ± 0,10	0,25 ± 0,06
	p<0,05		p>0,05		p<0,05		p>0,05		p<0,01		p<0,01	
	0,50 ± 0,07	0,22 ± 0,05	0,49 ± 0,07	0,25 ± 0,05	0,53 ± 0,08	0,25 ± 0,05	0,56 ± 0,11	0,98 ± 0,23	0,60 ± 0,09	0,28 ± 0,06	0,58 ± 0,09	0,26 ± 0,05
Плечелучевая мышца (правая)	p<0,01		p<0,01		p<0,01		p>0,05		p<0,01		p<0,01	
Разгибатель II-V пальцев (левый)	0,25 ± 0,03	0,27 ± 0,04	0,46 ± 0,10	0,28 ± 0,08	0,46 ± 0,09	0,25 ± 0,05	0,45 ± 0,09	0,30 ± 0,08	0,47 ± 0,08	0,71 ± 0,20	0,51 ± 0,10	0,26 ± 0,07
	p>0,05		p>0,05		p<0,05		p>0,05		p>0,05		p<0,05	
	0,25 ± 0,06	0,24 ± 0,04	0,30 ± 0,07	0,47 ± 0,02	0,34 ± 0,04	0,31 ± 0,07	0,39 ± 0,08	0,34 ± 0,10	0,38 ± 0,07	0,68 ± 0,22	0,45 ± 0,08	0,29 ± 0,04
Разгибатель II-V пальцев (правый)	p>0,05		p>0,05		p>0,05		p>0,05		p<0,05		p>0,05	



**A**

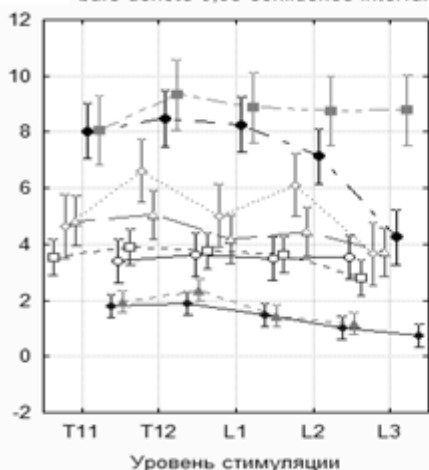


**B**

Рис. 2. Пороги ВМО билатеральных мышц нижних конечностей у лыжников-гонщиков (А) и баскетболистов (Б),  $M \pm m$  (MA)

Уровень стимуляции; LS Means  
 Wilks lambda=,17783, F(32, 197,05)=3,6777,  
 p=,00000

**мВ** effective hypothesis decomposition  
 bars denote 0,95 confidence intervals



**А**

Уровень стимуляции; LS Means

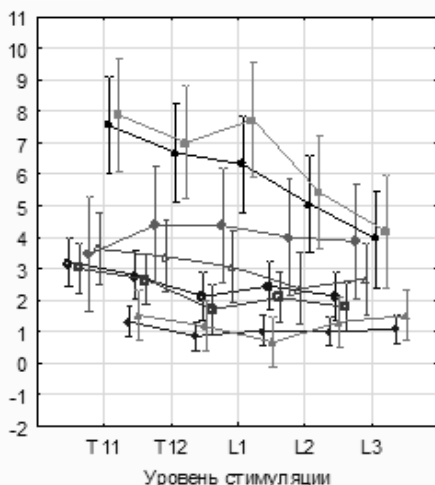
Wilks lambda=,50965, F(32, 197,05)=1,2349, p=,19352

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote 0,95 confidence intervals

Exclude cases: 91:96

**мВ**



**Б**

Рис. 3. Максимальная амплитуда ВМО билатеральных мышц нижних конечностей у лыжников-гонщиков (А) и баскетболистов (Б),  $M \pm t$  (мВ)

Результаты исследования также показали, что пороги ВМО мышц нижних конечностей, зарегистрированные при стимуляции на уровнях T11-L3 позвонков, у лыжников-гонщиков (рис. 2, А) были ниже, чем у баскетболистов (рис. 2, Б). В ряде случаев выявлены достоверные различия в показателях ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$ ). Такие данные позволяют заключить, что у представителей лыжной специализации электровозбудимость низкопороговых пояснично-крестцовых невральных структур, иннервирующих тестируемые проксимальные и дистальные мышцы нижних конечностей, при ЭС спинномозговых корешков соответствующей области была значительно выше, чем у баскетболистов.

Установлено, что показатели максимальной амплитуды ВМО мышц нижних конечностей на рассматриваемых уровнях стимуляции у лыжников-гонщиков (рис. 3, А) были выше, чем у баскетболистов (рис. 3, Б). В ряде случаев выявлены статистически значимые различия в показателях ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ). Полученные данные могут свидетельствовать о том, что у представителей лыжной специализации рефлекторная возбудимость высокопороговых спинальных  $\alpha$ -мотонейронов большинства исследованных мышц нижних конечностей была выше, чем у игроков баскетбольной команды.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что направленность спортивной деятельности определяет специфические особенности реализации моносинаптических рефлексов на разных уровнях организации сегментарных нейронных популяций, формирующих спинальные моторные центры контроля рефлекторной активности скелетных мышц. Для спортсменов, длительно выполняющих циклическую работу умеренной мощности, характерно значительное усиление рефлекторной возбудимости невральных структур шейного и пояснично-крестцового отделов спинного мозга, иннервирующих скелетные мышцы конечностей, по сравнению с представителями, адаптированными к нагрузкам переменной мощности со смешанной структурой движений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солодков А.С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы / А.С. Солодков // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – №6. – С. 87-93.
2. Courtine G. Modulation of multisegmental monosynaptic responses in a variety of leg muscles during walking and running in humans / G. Courtine, S.J. Harkema, J.D. Christine, Y.P. Gerasimenko, P. Dyhre-Poulsen // The Journal of Physiology. – 2007. – 582 (3). – P. 1125-1139.
3. Minassian K. Posterior root-muscle reflexes elicited by transcutaneous stimulation of the human lumbosacral cord / K. Minassian, I. Persy, F. Rattay, M.R. Dimitrijevic, C. Hofer, H. Kern // Muscle Nerve. – 2007. – Mar;35(3): 327. – P. 36.

# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕФЛЕКТОРНЫХ И МОТОРНЫХ ОТВЕТОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ В ПОКОЕ У ЛИЦ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

А.А. Челноков<sup>1</sup>

ФГБОУ высшего профессионального образования  
«Великолукская государственная академия  
физической культуры и спорта», Великие Луки

*Проведено исследование Н-рефлекса и М-ответа камбаловидной мышцы у детей 9-12 лет, подростков 14-15 лет, юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет. Выявлены возрастные особенности рефлекторных и моторных ответов камбаловидной мышцы у исследуемых возрастных групп.*

**Ключевые слова:** *возраст, Н-рефлекс, М-ответ, мышцы.*

**Functional qualities of reflex and motor responses of skeletal muscles at rest at different ages.** *The study of H-reflex and M-response of soleus muscle was held on 9-12 year-old, 14-15 year-old, 17-18 year-old teenagers and 22-27 year-old males. There were found out age peculiarities of reflex and motor responses of the soleus muscle in the investigated age groups.*

**Key words:** *age, H-reflex, M-response, muscles.*

В процессе возрастного развития нервно-мышечный аппарат человека претерпевает структурно-функциональные изменения на нейронном, мышечном, гормональном и биохимическом уровнях [10, 12, 18]. Исследование электронейромиографических параметров нервно-мышечного аппарата человека представляет как теоретический, так и практический интерес, чем, по-видимому, и объясняется многочисленность работ с использованием метода Н-рефлекса. Методически простой приём, разработанный Р. Hoffmann (1918, 1922), дал подход к исследованиям моносинаптической возбудимости  $\alpha$ -мотонейронов у человека, интенсивно ведущимся и в настоящее время.

Проанализировав современные литературные данные, выявлено относительно не много исследований посвященных изучению электронейромиографических параметров Н-рефлекса и М-ответа у лиц разного возраста. В основном исследования направлены на изучение функционального значения и возрастных особенностей сегментарного аппарата спинного мозга как одного из уровней ЦНС, связанного с регуляцией движений у взрослых людей [7, 3, 11, 23, 19, 27] и только некоторые работы у детей и подростков [8, 6, 5, 24, 25]. В специальной литературе прямых исследований изменения величины параметров М-ответа у разных возрастных групп не много. Известно только, что амплитуда М-ответа с возрастом уменьшается, очевидно, вследствие снижения возбудимости мышечных волокон [23, 27].

В тоже время, анализ этих доступных сведений может способствовать более детальному изучению электромиографических параметров у лиц групп разного возраста. В связи с этим нам представляло интерес проанализировать изменения

---

Контакты: <sup>1</sup> Челноков А.А., E-mail: <and-chelnokov@yandex.ru>

электронейромиографических параметров и выявить возрастные особенности рефлекторных и моторных ответов камбаловидной мышцы у человека.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Электронейромиографическое исследование было проведено на 60 здоровых испытуемых мужского пола в возрасте от 9 лет до 27 лет: мальчики 9-12 лет, подростки 14-15 лет, юноши 17-18 лет, мужчины 22-27 лет. Исследование было одобрено комитетом по биоэтике ВЛГАФК и соответствовало «Декларации по этическому кодексу медико-биологических исследований на людях» (Хельсинки, 1964).

Испытуемые располагались на специальной кушетке в положении лежа на спине с вытянутыми ногами и свободно свисающими с края кушетки стопами. Для получения кривой Н-рефлекса электрические стимулы наносились на *n. tibialis*, начиная с минимального порогового уровня (рис. 1). Электрическое раздражение проводилось униполярным способом стимуляции. Активный электрод располагался в *fossa poplitea* на уровне складки сгиба на средней линии правой ноги, референтный – на противоположной стороне конечности (надколеннике). Стимуляции нерва осуществлялась прямоугольными импульсами длительностью 0,1 мс с интервалами не менее 10 секунд. Этого времени достаточно для полного восстановления исходной рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов, тем самым обеспечивается постоянство амплитуды многократно вызываемых Н-рефлексов. М-ответ *m. soleus* вызывали путем супрамаксимальной стимуляции *n. tibialis* [3]. Электромиографическую активность *m. soleus* регистрировали с помощью пары неполяризуемых дисковых электродов, которые располагались в проекции мышечного брюшка соответствующей мышцы. Стимуляция афферентов, регистрация Н-рефлексов, М-ответов и биопотенциалов *m. soleus* нижней правой конечности осуществлялась с помощью восьмиканального Мини-Электромиографа, предусматривающего обработку параметров Н-рефлекса и М-ответа в специальной компьютерной программе Муо (АНО «Возращение», Санкт-Петербург, 2003).

Для анализа Н-рефлекса и М-ответа использовали следующие параметры: пороги возникновения максимального Н-ответа ( $H_{Amax}$ ) и М-ответа ( $M_{Amax}$ ), их амплитуда от пика до пика ( $H_{max}$ ;  $M_{max}$ ), латентный период Н-ответа ( $H_t$ ) и М-ответа ( $M_t$ ), длительность Н-ответа ( $H_d$ ) и М-ответа ( $M_d$ ), отношение максимального Н-ответа и максимального М-ответа ( $H_{max}/M_{max}$ ). Физиологический смысл индекса  $H_{max}/M_{max}$  заключается в том, что он позволяет судить об относительной доле рефлекторно возбужденных мотонейронов (двигательных единиц) из общего их числа у данной мышцы [2]. Для сравнения разных испытуемых по показателю амплитуды Н-ответа ее выражали в относительных единицах – в процентах от максимальной амплитуды М-ответа, принятой за 100%.

Статистический анализ проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа (One-way Anova) в программе Statistica 6.0. Осуществляли межгрупповое сравнение каждого показателя Н-рефлекса и М-ответа. Результаты статистического анализа считались достоверными, если вероятность ошибки была менее 0,05.

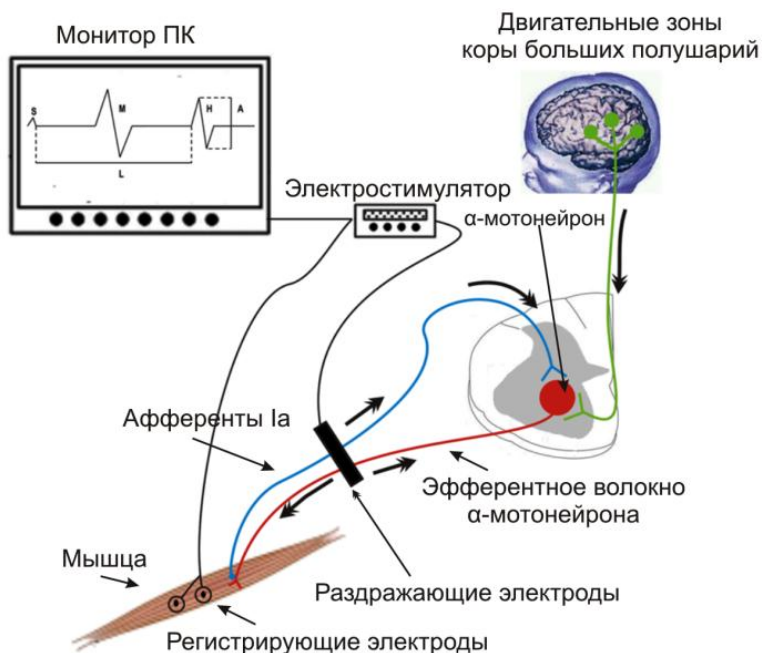


Рис. 1. Схематическое описание исследования

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ показал, что в состоянии относительного мышечного покоя в группе мужчин 22-27 лет ( $F_{3,56}=54,35$ ,  $P=0,000$ ) наблюдалось увеличение порога возникновения максимального Н-рефлекса *m. soleus* по сравнению с другими возрастными группами (табл. 1).

Таблица 1

Параметры Н-ответа *m. soleus* у разных возрастных групп ( $M \pm m$ )

Показатели	Возрастные группы, лет			
	9-12 (n=15)	14-15 (n=15)	17-18 (n=15)	22-27 (n=15)
Порог $H_{Amax}$ , мА	10,22±0,32	16,34±0,41	12,58±0,95	<b>21,15±0,72</b>
Амплитуда $H_{max}$ , мВ	<b>11,64±0,73</b>	<b>11,84±0,94</b>	9,00±0,87	8,36±0,48
Латентный период $H_{max}$ , мс	23,13±0,48	<b>30,98±0,51</b>	29,89±0,43	28,72±0,42
Длительность $H_{dmax}$ , мс	15,05±0,79	16,72±0,63	16,26±1,23	<b>19,54±0,35</b>
$H_{max}/M_{max}$	45,43±4,05	<b>59,35±4,73</b>	50,92±4,02	49,37±3,35

Если у мужчин 22-27 лет для появления максимального Н-рефлекса *m. soleus* в среднем по группе требовалась сила тока более 21 мА, то у других возрастных групп – от 10 до 16 мА. Величина порога возникновения Н-рефлекса *m. soleus* у мальчиков 14-15 лет была достоверно ниже, чем у мужчин 22-27 лет ( $F_{1,28}=33,84$ ,  $P=0,000$ ), но значительно превышала, чем у мальчиков 9-12 лет ( $F_{1,28}=140,47$ ,  $P=0,000$ ) и юношей 17-18 лет ( $F_{1,28}=13,41$ ,  $P=0,001$ ).

Анализ наших наблюдений свидетельствует о снижении возбудимости  $\alpha$ -мотонейронов спинного мозга с возрастом. Наиболее высоких величин амплитуда Н-рефлекса достигала у мальчиков 14-15 лет и мальчиков 9-12 лет, т.е. в возрасте 14-15 лет максимальный Н-рефлекс *m. soleus* был больше всего лишь на 0,20 мВ, чем у детей 9-12 лет ( $F_{1,28}=0,03$ ,  $P=0,863$ ). Отмечен низкий спад амплитуды данного показателя у юношей 17-18 лет и у мужчин 22-27 лет. В группе юношей 17-18 лет амплитуда максимального Н-рефлекса *m. soleus* меньше, чем в группе мальчиков 9-12 лет на 2,64 мВ ( $F_{1,28}=5,38$ ,  $P=0,027$ ) и мальчиков 14-15 лет на 2,84 мВ ( $F_{1,28}=4,92$ ,  $P=0,034$ ), но больше, чем у мужчин 22-27 лет на 0,64 мВ ( $F_{1,28}=0,557$ ,  $P=0,641$ ; табл. 1).

Из анализа таблицы 1 следует, что различия в показателях латентности Н-рефлекса у разных возрастных групп достаточно вариабельны, а у мальчиков 9-12 лет крайне низки. При регистрации максимального Н-рефлекса *m. soleus* у детей 9-12 лет латентность составляла 23,13 мс. Последующий скачок увеличения латентного периода Н-рефлекса *m. soleus* отмечался в группе мальчиков 14-15 лет на 7,85 мс (30,98 мс:  $F_{1,28}=124,29$ ,  $P=0,000$ ) по сравнению с мальчиками 9-12 лет, с последующим снижением данного показателя на 1,09 мс (29,89 мс:  $F_{1,28}=2,65$ ,  $P=0,114$ ) у юношей 17-18 лет и на 2,26 мс (28,72 мс:  $F_{1,28}=11,66$ ,  $P=0,001$ ) у мужчин 22-27 лет.

Возрастные различия также отмечены и в показателях длительности Н-рефлекса *m. soleus* (табл. 1). Выявлено, что длительность Н-рефлекса *m. soleus* преобладала в группе мужчин 22-27 лет, чем у других возрастных групп. Длительность достоверно снижена у мальчиков 9-12 лет ( $F_{1,28}=27,11$ ,  $P=0,000$ ), мальчиков 14-15 лет ( $F_{1,28}=15,32$ ,  $P=0,000$ ) и юношей 17-18 лет ( $F_{1,28}=6,53$ ,  $P=0,016$ ).

В таблице 2 представлены результаты исследования параметров М-ответа *m. soleus* в состоянии относительного мышечного покоя у разных возрастных групп. Проведенные исследования показали, что порог возникновения максимального М-ответа *m. soleus* достоверно выше у мужчин 22-27 лет ( $F_{3,56}=46,41$ ,  $P=0,000$ ), чем у других исследуемых групп. Наблюдалось достоверное уменьшение максимального М-ответа *m. soleus* в группе юношей 17-18 лет по сравнению с группой мальчиков 9-12 лет ( $F_{1,28}=9,63$ ,  $P=0,004$ ) и мальчиков 14-15 лет ( $F_{1,28}=5,71$ ,  $P=0,023$ ). В группе мальчиков 9-12 лет величина данного показателя составляла 47,28 мА, тогда как в группе мальчиков 14-15 лет 45,39 мА ( $F_{1,28}=1,95$ ,  $P=0,173$ ).

Анализ особенностей возрастной динамики параметров максимальной амплитуды М-ответа *m. soleus* свидетельствует, что величины данного показателя закономерно уменьшаются с возрастом, причем наиболее выраженные изменения данной характеристики связаны с возрастным периодом 9-12 лет. Установлено, что в состоянии двигательного покоя амплитуда М-ответа *m. soleus* у мальчиков 9-12 лет имела тенденцию к увеличению, чем у других возрастных группах (табл. 2). Среднегрупповые значения максимального моторного ответа *m. soleus* у



мальчиков 9-12 лет составляли 26,84 мВ, у мальчиков 14-15 лет – 20,44 мВ, у юношей 17-18 лет – 17,92 мВ и у мужчин 22-27 лет – 17,48 мВ. Различия по данному показателю не выявлено достоверных различий между группой мальчиков 14-15 лет и юношей 17-18 лет ( $F_{1,28}=2,23$ ,  $P=0,147$ ), группой мальчиков 14-15 лет и мужчин 22-27 лет ( $F_{1,28}=3,63$ ,  $P=0,066$ ), группой юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет ( $F_{1,28}=0,08$ ,  $P=0,777$ ).

Таблица 2

Параметры М-ответа *m. soleus* у разных возрастных групп ( $M \pm m$ )

Показатели	Возрастные группы, лет			
	9-12 (n=15)	14-15 (n=15)	17-18 (n=15)	22-27 (n=15)
Порог $M_{Amax}$ , мА	47,28±0,79	45,39±1,10	38,05±2,87	<b>68,35±2,13</b>
Амплитуда $M_{max}$ , мВ	<b>26,84±1,30</b>	20,44±1,22	17,92±1,17	17,48±0,96
Латентный период $M_l$ , мс	4,43±0,16	<b>6,57±0,28</b>	5,18±0,24	<b>6,48±0,33</b>
Длительность $M_d$ , мс	13,37±0,48	13,47±0,62	14,52±0,54	<b>15,57±0,32</b>

При анализе возрастной динамики латентного времени М-ответа *m. soleus* было обнаружено, что величина этого показателя увеличивалась у мальчиков в возрасте 14-15 лет и у мужчин 22-27 лет (табл. 2). При попарном сравнении у этих групп испытуемых не выявлено достоверных различий ( $F_{1,28}=0,04$ ,  $P=0,828$ ). У юношей 17-18 лет латентное время М-ответа *m. soleus* составляло 5,18 мс и резко уменьшалось на 1,39 мс ( $F_{1,28}=14,01$ ,  $P=0,000$ ) по сравнению с мальчиками 14-15 лет, на 1,30 мс ( $F_{1,28}=10,11$ ,  $P=0,003$ ) в сравнении с мужчинами 22-27 лет и на 0,75 мс ( $F_{1,28}=31,58$ ,  $P=0,000$ ) по сравнению с мальчиками 9-12 лет.

Характер изменений параметров длительности М-ответа *m. soleus* показал, что по мере взросления человека происходит постепенное увеличение данного показателя (табл. 2). У мальчиков 9-12 лет ( $F_{1,28}=17,32$ ,  $P=0,000$ ), подростков 14-15 лет ( $F_{1,28}=10,84$ ,  $P=0,002$ ) и юношей 17-18 лет ( $F_{1,28}=4,08$ ,  $P=0,049$ ) параметры длительности М-ответа достоверно ниже по сравнению с мужчинами 22-27 лет.

Наибольшая доля рефлекторно возбудимых  $\alpha$ -мотонейронов *m. soleus* наблюдалась в группе мальчиков 14-15 лет и составляла 59,35%, что на 13,92% больше, чем в группе мальчиков 9-12 лет ( $F_{1,28}=5,99$ ,  $P=0,033$ ; табл. 1). У юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет данный показатель меньше на 8,43% ( $F_{1,28}=1,84$ ,  $P=0,185$ ) и на 9,98% ( $F_{1,28}=2,96$ ,  $P=0,096$ ) по сравнению с мальчиками 14-15 лет, соответственно. В группе юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет существенных отличий в данном показателе не выявлено ( $F_{1,28}=0,08$ ,  $P=0,769$ ). Аналогичные результаты получены при сравнении показателей  $H_{max}/M_{max}$  между группой детей 9-12 лет с юношами 17-18 лет ( $F_{1,28}=0,92$ ,  $P=0,344$ ) и мужчинами 22-27 лет ( $F_{1,28}=0,56$ ,  $P=0,459$ ).

Таким образом, результаты исследования показали наиболее высокую степень рефлекторной возбудимости  $\alpha$ -мотонейронов спинного мозга у подростков 14-15 лет и детей 9-12 лет. Наблюдаемое нами повышение амплитуды Н-рефлекса камбаловидной мышцы у подростков 14-15 и детей 9-12 лет согласуется, в частности, с данными Д.П. Букреевой [5], в работе которой была изучена возбуди-

мость спинальных  $\alpha$ -мотонейронов у детей 7-11 лет и подростков 14-16 лет. Однако, по данным автора, у детей 7-11 лет значения амплитуды Н-рефлекса камбаловидной мышцы были меньше, чем у 14-16 лет, что свидетельствует об увеличении возбудимости мотонейронов моносинаптического рефлекса в подростковом возрасте. По мнению автора, такое повышение связано с увеличением количества мотонейронов, обладающих высокими эффективными моносинаптическими связями с толстыми низкороговыми афферентами. Обнаруженное нами уменьшение амплитуды Н-рефлекса в состоянии покоя у юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет, свидетельствует о снижении рефлекторной возбудимости спинальных  $\alpha$ -мотонейронов с возрастом. Известно, что у здорового взрослого человека в ослабленной камбаловидной мышце Н-рефлекс слегка приторможен, так как находится под постоянным тоническим влиянием пресинаптического торможения, осуществляемого нисходящими влияниями [21]. Нами также показано, что у подростков 14-15 лет в состоянии относительного мышечного покоя пресинаптическое торможение афферентов Ia мышц бедра и голени наиболее выражено по сравнению с детьми 9-12 лет, юношами 17-18 лет и взрослыми [15, 16]. У детей 7-12 лет и подростков 13-16 лет при супраспинальной патологии в состоянии покоя и во время движения наблюдается увеличение Н-рефлекса камбаловидной мышцы, что свидетельствует о снижении активности пресинаптического торможения [25]. Авторы [25] также указывают, что у здоровых подростков 13-16 лет наблюдалось наиболее выраженное подавление Н-рефлекса по сравнению с детьми 7-12 лет. У взрослых испытуемых во время ходьбы отмечается повышение Н-рефлекса камбаловидной мышцы, сопровождающееся его облегчением в определенные фазы шага, причем оно зависит от условий ходьбы [28].

В пользу рассмотренных выше представлений о возрастных изменениях в амплитуде Н-рефлекса камбаловидной мышцы, можно обосновать с точки зрения гистоиммунохимических и морфометрических исследований спинальных мотонейронов у трансгенных мышей в постнатальном онтогенезе [20, 30]. Согласно полученным данным этих авторов рост соответствующих спинальных мотонейронов скелетных мышц регулируется под действием гормона соматотропина (GH) и инсулиноподобного фактора роста 1 (IGF-I). Наибольшая концентрация этих гормонов приводит к увеличению двигательных нейронов скелетных мышц и повышает их активность [20]. Количество гормонов GH и IGF-I зависит от возраста человека, а наименьшая их концентрация отмечается в возрасте у мальчиков 8-9 лет и 10-11 лет, достигая пика к 14-15 годам [32]. Не исключено, что возбудимость мотонейронного пула спинного мозга в разные периоды онтогенеза находится в тесной взаимосвязи с уровнем активности этих гормонов. Это согласуется с данными Е.Г. Гравицкой [6], которая указывает, что уровень активности спинальных  $\alpha$ -мотонейронов в состоянии покоя, так при статических и динамических нагрузках у мальчиков в возрасте от 9 до 15 лет зависит от гипофизарно-гипоталамической стадии полового созревания.

Зарегистрированные нами среднегрупповые величины латентного периода Н-рефлекса у разных возрастных групп, полностью соответствуют аналогичным результатам других авторов и входят в пределы нормы здоровых лиц: у детей разного возраста латентный период Н-рефлекса составляет в среднем 20-28 мс, у взрослых – 26-32 мс [3, 2] Латентность Н-рефлекса зависит, прежде всего, в наибольшей степени от миелинизации и диаметра чувствительных и двигатель-

ных волокон, влияющей на величину данного показателя [3, 31]. Отметим еще тот факт, что в период роста нервного волокна количество перехватов Ранвье остается постоянным, а удлиняется лишь межузловые расстояния. Поскольку именно в перехватах происходит задержка проведения импульсов, то и скорость их распространения в период роста волокон практически не увеличивается [1]. J. H. Wagman [35] указывает на то, что при раздражении заднего большеберцового нерва в подколенной ямке у людей в возрасте от 6 до 42 лет время развития спинномозгового рефлекса пропорционально росту и возрасту исследуемых лиц. Эти данные подтверждаются и другими исследователями [26, 34]. Еще Н.А. Бернштейн [4] отмечал, что на пубертатный период приходится коренная перестройка периферического двигательного аппарата, формирование дефинитивной организации периферических двигательных единиц и морфофункционального состояния мышечных волокон.

Оценка рефлекторной возбудимости  $\alpha$ -мотонейронов камбаловидной мышцы также была показана у лиц разного возраста в некоторых исследованиях [17, 5, 24]. Выявленная нами особенность согласуется с результатами Д.П. Букреевой [5], которая продемонстрировала, что у детей 7-11 лет данный показатель был ниже, чем у подростков 14-16 лет и с результатами J.F. Grosset с соавторами [24], которые не обнаружили различий в показателе  $H_{\max}/M_{\max}$  у детей 7-11 лет и взрослых, причем различий также не было и при сравнении всех возрастных групп детей 7, 8, 9, 10, 11 лет. Существуют данные, что у детей 5-10 лет имеет место функциональная асимметрия  $H_{\max}/M_{\max}$  по икроножной мышце с преобладанием слева у правой, а различия сторон по  $H_{\max}/M_{\max}$  для камбаловидной мышцы не значимы [17].

Полученные данные позволяют предположить, что с возрастом у человека происходит снижение возбудимости мышц, возможно как полагают зарубежные авторы, связанное с их размером и композиционным составом [29, 22, 33]. Известно, что в 3-х летнем возрасте камбаловидная мышца приобретает свойства медленного типа [22], а композиционный состав скелетных мышц у подростков и юношей подобен взрослому [29, 22, 33]. В.Д. Сонькин и Р.В. Тамбовцева [12] указывают, что окончательная структура камбаловидной мышцы складывается только на завершающих стадиях полового созревания. По мнению А.Дж. Мак-Комаса [9] на снижение функциональных параметров скелетных мышц может влиять повышенное содержание тестостерона в сыворотки крови в период полового созревания, который воздействует на мышечное волокно и оказывает на него непосредственное анаболическое влияние (способствует росту мышц). С точки зрения В.Д. Сонькина и Р.В. Тамбовцевой [12] в процессе онтогенеза развиваются не отдельные мышечные волокна, а суперструктуры – двигательные единицы, в которых изменения состояния мышечных волокон связаны, в первую очередь, с развитием соответствующих мотонейронов. Хорошо известно, что в период полового созревания мотонейроны спинного мозга, особенно в пояснично-крестцовой области, претерпевают существенные изменения [14].

В настоящее время в научной литературе не имеется целенаправленных сообщений изучения латентного времени М-ответа камбаловидной мышцы у лиц разного возраста. Только известно, что афферентная часть нервной системы, достаточно зрелая уже при рождении, окончательно созревает к 6-7 годам, а эфферентная часть окончательно созревает только к 23-25 годам [13]. Иные результаты

получены при соотношении параметров корешкового вызванного моторного ответа со скоростью проведения электрического импульса по двигательным волокнам периферических нервов [2]. Авторами выявлено, что миелинизация периферического звена заканчивается к 3-5 годам, в то время как окончательное созревание центрального отдела двигательного пути завершается не ранее чем в 12-15 лет. Наличие указанных возрастных различий в характеристиках латентного времени М-ответа не отрицает общих закономерностей развития процессов биоэлектрической генерации в двигательных волокнах скелетных мышц, а лишь свидетельствует о наличии некоторых особенностей, вероятно, связанных с морфофункциональными признаками камбаловидной мышцы. Следовательно, полученные нами данные дополняют имеющиеся представления о функциональных свойствах афферентных и эфферентных волокон моносинаптического рефлекса и свидетельствуют о возрастных изменениях в изучаемых показателях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные электронейромиографических исследований наглядно продемонстрировали, что на разных этапах онтогенеза показатели функционирования различных звеньев нейромоторного аппарата в состоянии двигательного покоя существенно отличаются. Возрастные сдвиги в рефлекторных и моторных ответах камбаловидной мышцы у человека, можно объяснить морфофункциональными изменениями в скелетной мускулатуре, периферической нервной системы, корковых и подкорковых структурах головного мозга, в которых заложен основной закон онтогенетического развития - гетерохронность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадалян Л.О. Детская неврология. - Изд-во: Медицина, 1984. – 576.
2. Бадалян Л.О., Скворцов И.А. Клиническая электронейромиография. – М.: Медицина, 1986. – 368 с.
3. Бакушев С.Т., Манович З. Х., Новикова В. П. Стимуляционная электромиография и электронейрография в клинике нервных болезней. – М.: Медицина, 1974.
4. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М., 1966.– 347 с.
5. Букреева Д.П. Возрастные особенности рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов у детей школьного возраста в состоянии покоя // Физиология развития человека: материалы международной конференции, Москва, 22-24 июня 2009 г. – М.: Вердана, 2009. – С. 19-20.
6. Гравицкая Е.Г. Реакции двигательных и вегетативных функций у мальчиков в период полового созревания при различных режимах мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1992. – 17 с.
7. Коц Я.М. Организация произвольного движения. – М.: Наука, 1975. – 250 с.
8. Леонова Л.А., Бабенко Т.Ф., Шлыков В.Ю. Возбудимость мотонейронов спинного мозга и особенности организации простого произвольного движения у

детей 7 лет // Новые исследования по возрастной физиологии. – 1978. – № 2(11). – С. 119-122.

9. Мак-Комас А.Дж. Скелетные мышцы. – Киев: Изд-во «Олимпийская литература», 2001. – 407 с.

10. Маслова Г.М. Онтогенез мышечной работоспособности: причины и следствия // Физиология развития человека: материалы международной конференции, Москва, 22-24 июня 2009 г. – М.: Вердана, 2009. – С. 61-62.

11. Солопова И. А., Денискина, О. В. Казенников и др. Исследование возбудимости спинальных  $\alpha$ -мотонейронов при стоянии в обычных и усложненных условиях // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 4. – С. 133-135.

12. Соськин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.

13. Хрипкова А.Г., Фарбер Д.А. Основные направления исследований физиологии развития ребенка: Итоги и перспективы // Физиология человека. – 1983. – Т. 9, № 1. – С. 34-42.

14. Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 160 с.

15. Челноков А.А. Возрастные особенности пресинаптического торможения афферентов группы Ia у человека / А.А. Челноков // Альманах Новые Исследования. – №1. – 2011. – С. 30-38.

16. Челноков А.А. Функциональные особенности реципрокного и пресинаптического торможения мышц голени у лиц разного возраста / А.А. Челноков, И.М. Тюпаев // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – №7(103). – С. 40-44.

17. Шелякин А.М. Нейрофизиологический анализ изменений функционального состояния сегментарного аппарата у больных детским церебральным параличом в ходе коррекции двигательных расстройств приемами функционального биоуправления: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб, 1992. – 18 с.

18. Blimkie C.J.R. Age and sex associated variation in strength during childhood: anthropometric, morphologic, neurologic, biomechanical, endocrinologic, genetic, and physical activity correlates// Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, ed. C.V. Gisolfi. – Benchmark Press, Indianapolis, IN, 1989. – P. 99-163.

19. Chalmers G.R., Knutzen K.M. Soleus Hoffmann-reflex modulation during walking in healthy elderly and young adults // J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci. – 2000. – V. 55. – P. 570-579.

20. Chen L. Growth hormone, insulin-like growth factor I, and motoneuron size / L. Chen, P.K. Lund, S.B. Burgess, B.E. Rudisch, D.L. McIlwain // J Neurobiol. – 1997. – V. 32(2). – P. 202-12.

21. Delwaide P.I. Human monosynaptic reflexes and presynaptic inhibition. An interpretation of spastic hyperreflexia // New Development in Electromyography and Clinical Neurophysiology. – Basel: Karger, 1973. – V. 3. – P. 508-522.

22. Elder G.C., Kakulas B.A. Histochemical and contractile property changes during human muscle development // Muscle Nerve. – 1993. – V. 16. – P. 1246-1253.

23. Filgueiras M. Hoffman reflex (H-reflex) obtained in subjects of both sexes, ranging from 20 to 80 years old // Arq. Neuro-Psiquiatr. – 1988. – V.56, № 4 – P. 860-861.

24. Grosset J. Changes in stretch reflexes and muscle stiffness with age in prepubescent children / Jean-Francois Grosset, Isabelle Mora, Daniel Lambertz, Chantal Pérot // *J Appl. Physiol.* – 2007. – V. 102. – P. 2352-2360.
25. Hodapp M. Modulation of soleus H-reflexes during gait in healthy children / M. Hodapp, C. Klisch, W. Berger, V. Mall, M. Faist // *Exp Brain Res.* – 2007. – V. 178. – P. 252-260.
26. Hyllienmark L. Normal values of nerve conduction in children and adolescents / L. Hyllienmark, J. Ludvigsson, T. Brismar // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology.* – 1995. – V. 97(5). – P. 208-214.
27. Kido A. Spinal excitation and inhibition decrease as humans age / A. Kido, N. Tanaka, R.B. Stein // *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology.* – 2004. – V. 82, № 4. – P. 238-248.
28. Llewellyn M. Human H-reflexes are smaller in difficult beam walking than in normal treadmill walking / M. Llewellyn, J.F. Yang, A. Prochazka // *Exp. Brain Res.* – 1990. – V. 83. – P. 22-28.
29. McComas A.J. Skeletal muscle: form and function. – McMaster University, 2001. – 407 p.
30. McIlwain D.L. Differential inhibition of postnatal brain, spinal cord and body growth by a growth hormone antagonist / D.L. McIlwain, V.B. Hoke, J.J. Kopchick, C.R. Fuller, P.K. Lund // *BMC Neuroscience.* – 2004. – V.5. – <http://www.biomedcentral.com/1471-2202/5/6>.
31. Moglia A. Peripheral nerve conduction velocity in normal infants and children / A. Moglia, C. Zandrini, M. Rascaroli, C. Ciano, S. Bergonzoli, A. Arrigo // *Ital. J. Neurol. Sci.*–1989.– V. 10(3). – P. 311-314.
32. Nimura A. Serum Levels of Free Insulin-Like Growth Factor (IGF)-I in Normal Children / A. Nimura, N. Katsumata, T. Tanaka // *Clinical Pediatric Endocrinology.* – 2004. – V. 13, №1. – P. 71-78.
33. Pääsuke M. Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre- and post-pubertal boys and men / M. Pääsuke, J. Ereline, H. Gapeyeva // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2000. – V. 82. – P. 459-464.
34. Sadeghi S. Effects of age and leg length upon central loop of the Gastrocnemius-soleus H-reflex latency / S. Sadeghi, M. Ghavanini, A. Ashraf, P. Jafari // *BMC Neurology.* – 2004. – V.4. – P. 11.
35. Wagman J.H. Reflex time during growth considered in relation to internodal length and conduction velocity // *J Neurophysiol.* – 1954. –V. 17(1). – P. 66–71.

# СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО И СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Н.И. Орлова<sup>1</sup>, В.П. Рыбаков  
ФГНУ «Институт возрастной физиологии»  
Российской академии образования, Москва

*В работе представлены и проанализированы данные по изучению сезонной динамики кратковременной зрительной (КЗП) и слуховой (КСП) памяти у детей 8–13 лет. Выявлено наличие определенных различий между мальчиками и девочками младшего и среднего школьного возраста в сезонной динамике КЗП и КСП. Сравнение сезонных динамик КЗП и КСП между собой выявило сходный характер изменений только в группе девочек младшего школьного возраста. Показано, что во все периоды наблюдений у девочек, и осенью, и весной у мальчиков временная координация между дневными динамиками КЗП и КСП с возрастом увеличивается.*

**Ключевые слова:** сезонная динамика, кратковременная зрительная и слуховая память, дети младшего и среднего школьного возраста.

*Seasonal dynamics of short-term memory in children of younger and middle school age. The article presents the analysis of seasonal dynamics of short-term visual and auditory memory in 8-13-year-old children. There was revealed the existence of certain differences in seasonal dynamics of both modalities between boys and girls of 8–9 and 10-11 years old. Comparative analysis of seasonal changes in visual and auditory memories demonstrated similar changes only in the group of girls of younger school age. It is shown that during the entire period of observation in girls, and during autumn and spring in boys temporary coordination between day dynamics of visual and auditory short-term memories increases with age.*

**Key words:** seasonal dynamics, short-term visual and auditory memory, children of younger and middle school age.

В настоящее время в литературе накоплен обширный материал по изучению суточной и сезонной ритмичности ряда физиологических процессов у человека. Времена года оказывают существенное влияние на функциональную активность организма человека и животных. Сезонные ритмы, по всей вероятности, взаимодействуют с суточными, что приводит к систематическим изменениям основных биоритмологических параметров последних [5, 14]. Временное согласование физиологических процессов является оптимальным условием существования организма. Нарушение согласованности биоритмов (десинхроноз) снижает сопротивляемость организма к условиям среды, уменьшает его работоспособность и свидетельствует о развитии патологического процесса в организме [13].

Известно, что обучение и память представляют собой высшие формы индивидуальной адаптации организма человека к различным факторам среды, к числу

---

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

которых принадлежит и учебная деятельность [2]. В процессе обучения одна из ключевых ролей принадлежит кратковременной памяти (КП), обеспечивающей удержание и воспроизведение оперативной информации. Ранее нами были обнаружены существенные различия в групповой динамике кратковременной зрительной памяти (КЗП) у учащихся 5-7-х классов в осенне-зимнее (ноябрь-декабрь) и зимне-весеннее (февраль-март) время года и выявлено значительное снижение продуктивности КЗП утром к концу обоих периодов межсезонной перестройки [12].

В доступной литературе встречаются лишь единичные работы, посвященные изучению сезонной активности КП зрительной или слуховой модальности [10, 11, 12]. Поскольку в процессе учебной деятельности у школьников задействованы как зрительный анализатор, так и слуховой и связанные с ними виды памяти, то представляется интересным проследить их сезонную динамику у одних тех учащихся. Можно предположить, что знание данного вопроса является важным для правильной организации учебного процесса школьников, поскольку установлено, что в силу ряда объективных причин детский организм более предрасположен к возникновению десинхроноза, чем взрослый [13].

Целью данной работы явилось изучение сезонной активности кратковременной памяти зрительной и слуховой модальности у детей младшего и среднего школьного возраста.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во время проведения исследования было обследовано 79 девочек (39 школьниц 8-9 лет, 25 – 10-11 лет и 15 – 12-13 лет) и 92 мальчика (39 учеников 8-9 лет, 33 – 10-11 лет и 20 – 12-13 лет) – учащихся 2-7 классов г. Москвы. Уровень КП определялся два раза в течение учебной недели (по вторникам и четвергам) или в течение двух последовательных недель по вторникам в осеннее, зимнее и весеннее время года. Исследования функции памяти проводили 3–5 раз в ходе учебного дня, в зависимости от продолжительности пребывания учащихся в школе (8.30–19.30). Определение КЗП осуществлялось с применением карт из стандартного каталога М.Б. Зыкова [8]. Тестирование кратковременной слуховой памяти (КСП) проводилось с использованием таблиц с различными рядами случайных цифр по схеме А.А. Гуминского и соавторов [6]. Подробное изложение используемых методик приводилось ранее (10, 11). Полученные данные были обработаны с использованием Microsoft office excel 2007, Statistica версия 6.1. Оценка достоверности различий осуществлялась с использованием t-критерия Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

При анализе индивидуальных кривых дневной динамики КП зрительной и слуховой модальности находили временное положение акрофазы, рассчитывали амплитуду и среднедневной уровень. Индивидуальные кривые, аналогичные по акрофазе, объединяли в условные группы: утренний тип кривой (акрофаза приходится на 8.30 или 11.10), дневной (с акрофазой в 12.30 или 14.30), вечерний (с акрофазой в 17.30 или 19.30). В случае наличия двух акрофаз, выделяли утренне-дневной, утренне-вечерний, дневно-вечерний типы. Кривые без выраженных изменений амплитуды были отнесены к аритмичному типу с учетом типологизации кривых по В.А. Доскину и Н.Н. Куинджи [7].



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение сезонной динамики кратковременной зрительной памяти показало, что, как и в случае КСП [10] характер сезонной динамики в группах мальчиков и девочек 8–9 лет различен. Так, в группе мальчиков величина показателя КЗП в зимнее и весеннее время года достоверно выше ( $p < 0,001$ ), чем в осенний период наблюдений; а разницы между величинами показателя КЗП зимой и весной практически нет (рис.1), продуктивность же КСП во все периоды наблюдений существенно не различается [10]. В группе девочек наблюдается существенное повышение ( $p < 0,001$ ) продуктивности показателя КЗП от осени к зиме и от зимы к весне (рис.1), аналогичный характер изменений имеет место применительно и к КСП [10].

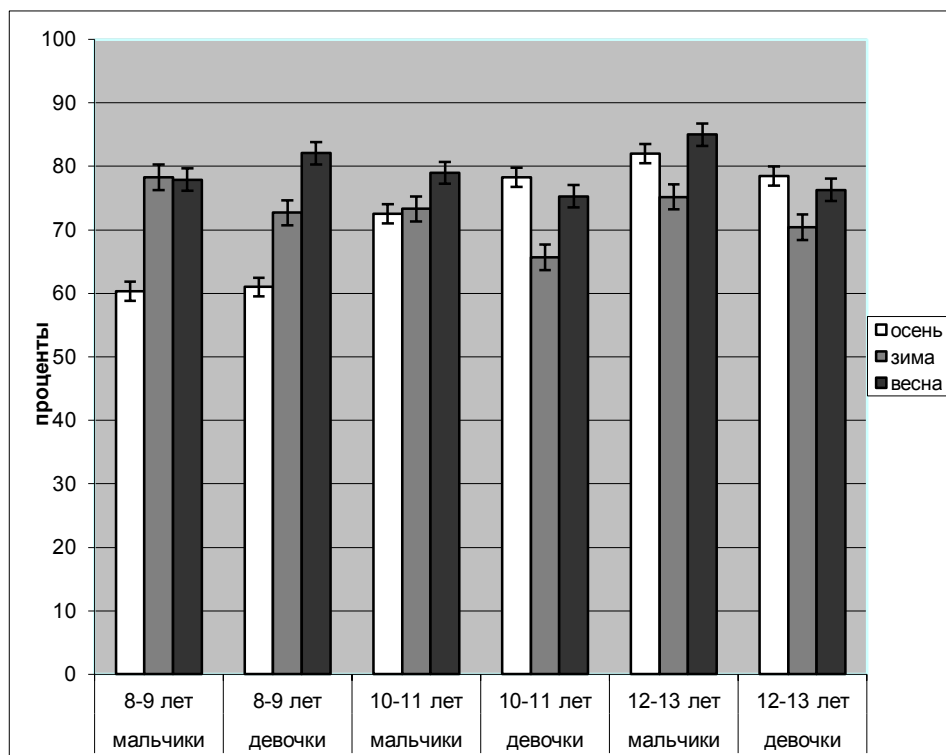


Рис. 1. Продуктивность КЗП у мальчиков и девочек 8–13 лет в разное время года (по оси ординат – продуктивность КЗП в %)

Следовательно, синхронный характер изменений КЗП и КСП у детей младшего школьного возраста присущ только девочкам.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что средние величины КЗП у мальчиков и девочек 8–9 лет в осенний период наблюдений достоверно не отличаются. Зимой объем продуктивности КЗП в группе мальчиков значительно больше ( $p < 0,001$ ), чем в группе девочек, а весной уровень воспроизведения зри-

тельной информации выше у девочек, чем у мальчиков ( $p < 0,01$ ), в то время как продуктивность КСП во все периоды наблюдений у девочек существенно выше, чем у мальчиков [10].

Характер сезонной динамики в группах мальчиков и девочек 10–11 лет также различен. Так, в группе мальчиков продуктивность КЗП в осеннее и зимнее время года практически одинакова; достоверное ( $p < 0,01–0,001$ ) увеличение уровня показателя КЗП отмечается в весенний период наблюдений (рис.1), а уровень КСП в течение учебного года практически одинаков [10]. В группе девочек от осени к зиме имеет место значимое снижение ( $p < 0,001$ ) продуктивности КЗП, а к весне уровень КЗП достоверно повышается ( $p < 0,001$ ), достигая исходной величины (рис.1), продуктивность же КСП в течение учебного года плавно нарастает [10]. Сопоставление средних по группам мальчиков и девочек величин в разные периоды наблюдений показало, что осенью уровень показателя КЗП у девочек существенно выше ( $p < 0,001$ ), чем у мальчиков (рис.1). Напротив, зимой и весной объем продуктивности КЗП в группе мальчиков значительно больше ( $p < 0,05–0,001$ ), чем в группе девочек. Объем воспроизведения слуховой информации у девочек значимо выше, чем у мальчиков в зимне-весенний период наблюдений.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о наличии определенных различий между мальчиками и девочками 8–11 лет в сезонной динамике КЗП и КСП. В обеих возрастных группах мальчиков уровень КСП в течение учебного года практически не меняется, а у девочек того же возраста плавно нарастает. Продуктивность КЗП у детей того же возраста от осени к весне существенно колеблется. Сравнение сезонных изменений КЗП и КСП между собой выявило аналогичный характер изменений только в группе девочек 8–9-летнего возраста.

Сезонные изменения КЗП в группе мальчиков и девочек 12–13 лет имеют сходный характер. Так, в группе мальчиков осенью и весной величина показателя КЗП практически одинакова; достоверное ( $p < 0,001$ ) снижение уровня показателя КЗП отмечается в зимний период наблюдений. Напротив, пик продуктивности КСП приходится на зимнее время года [10]. Такая же картина сезонной динамики КЗП наблюдается и у девочек: от осени к зиме наблюдается значимое снижение ( $p < 0,001$ ) продуктивности КЗП, а к весне уровень КЗП достоверно повышается ( $p < 0,001$ ), достигая исходной величины (рис.1). Применимо к КСП: у девочек осенью и зимой объем воспроизведения практически одинаков, а весной существенно возрастает [10]. Сопоставление средних по группам мальчиков и девочек величин в разные периоды наблюдений показало, что зимой и весной уровень показателя КЗП у мальчиков существенно выше ( $p < 0,01–0,001$ ), чем у девочек (рис.1).

Изучение возрастной динамики объема воспроизведения КЗП показало, что продуктивность КЗП у 12-13-летних мальчиков существенно выше ( $p < 0,001$ ), чем в обеих предыдущих возрастных группах. У девочек 12–13 лет объем воспроизведения зрительной информации достоверно ( $p < 0,001$ ) выше, чем в группе 8–9-летних школьников. Продуктивность КСП по мере взросления также повышается [10], что вполне согласуется с данными других авторов [7, 16].

Итак, сравнивая сезонные изменения КЗП и КСП между мальчиками и девочками младшего и среднего школьного возраста можно предположить, что, по-видимому, темпы созревания функции памяти зрительной и слуховой модальности у мальчиков и девочек 8-13 лет различны и в разной степени зависят от влия-

ния климатогеографических факторов. Причина этого может заключаться в том, что морфологическое созревание головного мозга у девочек происходит быстрее, чем у мальчиков, что вполне может отразиться на процессе воспроизведения предъявляемой информации [3, 15]. Следует отметить, что практически во всех возрастно-половых группах сезонная активность КЗП существенно колеблется. По всей видимости, изменение продуктивности КЗП в значительной степени может быть обусловлено длиной светового дня. Так как известно, что естественный свет оказывает активизирующее влияние на целый ряд физиологических и психофизиологических функций [1, 4]. Кроме классических видимых эффектов свет вызывает невидимые ответы мозга, которые серьезно влияют на физиологию и поведение. Так, применение функциональной магнитно-резонансной томографии показало, что мозг человека по-разному реагирует на волны светового спектра во время решения познавательных задач, требующих участия кратковременной слуховой и зрительной памяти [17].

Как уже отмечалось выше, в процессе учебной деятельности учащихся задействованы оба анализатора и связанные с ними виды памяти. Представлялось интересным выяснить влияние сезонных факторов на фазовую синхронизацию КЗП и КСП каждого школьника. Для этого проводилось сравнение индивидуальных дневных кривых КЗП и КСП школьников в разные периоды наблюдений (осень, зима, весна) и подсчитывался процент учащихся, имеющих синхронные кривые. У остальных школьников дневная динамика КЗП и КСП носила несовпадающий характер: сдвиг по фазе или противофазность (табл. 1).

*Таблица 1*

*Синхронность дневных хронограмм КЗП и КСП между собой (в %) у мальчиков и девочек 8–13 лет в разные периоды наблюдений*

Возраст (лет)	Осень		Зима		Весна	
	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки
8-9	32,0	33,3	20,2	25,9	26,3	34,7
10-11	38,5	29,7	33,7	30,4	41,8	46,8
12-13	46,5	48,9	26,1	31,6	50,1	52,3

Полученные данные свидетельствуют о том, что во все периоды наблюдений у девочек и осенью и весной у мальчиков временная координация между дневными динамиками КЗП и КСП с возрастом увеличивается. По данным М.И. Некипелова [9] полное временное совпадение дневных изменений КП обеих модальностей было обнаружено у студентов. Из данных таблицы 1 следует, что во всех возрастных группах мальчиков осенью и весной процент учащихся, имеющих аналогичный характер дневной динамики КП зрительной и слуховой модальности выше, чем в зимний период наблюдений. Сходная картина наблюдается и в группах девочек 8-9 и 12-13-летнего возраста.

Следовательно, у значительной части учащихся младшего и среднего школьного возраста в каждый момент времени процесс запоминания может быть основан или на слуховой или на зрительной информации, поэтому при осуществлении

учебного процесса преподавателю желательно знать индивидуально-типологические особенности кратковременной памяти учащихся.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлено, наличие определенных различий между мальчиками и девочками 8-9 и 10-11 лет в сезонной динамике КЗП и КСП. У мальчиков 8-9 лет к зиме, а у девочек 8-9 и мальчиков 10-11 лет к весне продуктивность КЗП достигает максимальных значений. В обеих возрастных группах мальчиков уровень КСП в течение учебного года практически не меняется, а у девочек того же возраста плавно нарастает.

2. Сезонные изменения КЗП в группе мальчиков и девочек 12-13 лет аналогичны, а КСП – существенно различаются.

3. Сравнение сезонных изменений КЗП и КСП между собой выявило сходный характер изменений только в группе девочек младшего школьного возраста.

4. Показано, что во все периоды наблюдений у девочек, и осенью и весной у мальчиков временная координация между дневными динамиками КЗП и КСП с возрастом увеличивается.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашофф Ю. Годовые ритмы у человека /Кн. Биологические ритмы. В двух томах. Т.2. Пер. с англ. // Под ред. Ю. Ашоффа. – М.: Мир, 1984. – С. 164–169.

2. Батуев А.С. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: СПб.: Питер, 2008.– 317 с.

3. Бианки В.Л., Филиппова Е.Б. Асимметрия мозга и пол, – СПб.: СПб. Ун-т, 1997.– 328 с.

4. Волкова Л.В. Спектральные характеристики годовых ритмов психофизиологических свойств индивидуальности. Автореф. дис. канд. псих. наук. – Уфа, 1998. – 18 с.

5. Голиков А.П., Голиков П.П. Сезонные биоритмы в физиологии и патологии. – М.: Медицина, 1973. – 166 с.

6. Гуминский А.А., Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. – М., 1990. – 239 с.

7. Доскин В.А., Куинджи Н.Н. Биологические ритмы растущего организма. – М., 1989. – 224 с.

8. Зыков М.Б. Использование кодирования функций алгебры логики для исследования зрительной памяти у людей // Физиологические механизмы памяти. – Пущино, 1973. – С. 68-78.

9. Некипелов М.И. Вопросы психологии личности и деятельности студентов: Сб. науч. трудов. – Иркутск, 1978. – С. 44-52.

10. Орлова Н.И., Рыбаков В.П. Суточные и сезонные ритмы краткосрочной памяти у детей 8-13 лет / Новые исследования. – 2011. – № 4. – С. 28-37.

11. Орлова Н.И., Рыбаков В.П. Половые особенности временной организации краткосрочной зрительной памяти у детей 8–9 лет / Новые исследования. – 2008. – № 3. – С. 61-70.

12. Орлова Н.И., Рыбаков В.П. Сезонные особенности краткосрочной зрительной памяти у учащихся 6-7-х классов/ Новые исследования. – 2005. – № 2. – С. 153–159.

13. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации. – М., 1986. – 241 с.
14. Хильдебрандт Г., Мозер М., Лехофер М. Хронобиология и хрономедицина. Биологические ритмы. Медицинское применение / Под ред Ф.И. Комарова, С.И. Рапорт.– М.: Арнебия, 2006. – 144 с.
15. Хризман Т.П., Еремеева В.Д. Развитие межполушарной функциональной асимметрии мозга у детей и половые различия (данные ЭЭГ) // Развивающийся мозг. – Тбилиси, 1984. – С. 242-243.
16. Яковлева Е.Л. Развитие внимания и памяти у школьников. – М., 1995. – 38 с.
17. Vandewalle G, Gais S, Schabus M. Et al. Wavelength-dependent modulation of brain responses to a working memory task by daytime light exposure //Cereb Cortex.– 2007. – V.17(12). – P. 2788-2795.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКАДИАННОГО РИТМА ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ У ЧЕЛОВЕКА В ПЕРИОД ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

Т.С. Пронина<sup>1</sup>, В.П. Рыбаков  
ФГНУ «Институт возрастной физиологии»  
Российской академии образования, Москва

Представлены результаты многолетнего исследования становления циркадианного ритма температуры (ЦРТ) кожи человека в процессе полового созревания. Для этого, был проведен 48-часовой мониторинг температуры (Т) кожи у детей, подростков и зрелых молодых людей обоего пола от 9 до 22-х лет с применением метода «ТЕРМОХРОН iButton». Возрастная динамика мезора, отражающая процесс становления терморегуляции организма в период полового созревания, носит волновой характер. Первая волна с максимумом Т наблюдалась у детей 10-11 лет, второй максимум Т - у подростков 14-15 лет. Причем у лиц мужского и женского пола, динамика мезора синхронна, однако, у девочек от 9 до 17 лет мезор достоверно выше. У взрослых людей 20-22 лет мезор выше у юношей. Динамика амплитуды ЦРТ не меняется до 12-13 лет, в 14-15 лет у мальчиков величина амплитуды снижается, а у девочек возрастает. В 16-17 лет у детей обоего пола этот хронопоказатель резко увеличивается с последующим значительным снижением к периоду зрелости (20-22 года). У мальчиков, амплитуда ЦРТ достоверно больше, чем у девочек, у взрослых мужчин и женщин этот показатель не отличается. При исследовании цикла сон-бодрствование выявлены периоды, в которых изменяется суточная терморегуляция: у мальчиков в возрасте 10-11 лет, а у девочек в 10-11 и в 16-17 лет. В эти периоды Т ночью выше, чем днем.

**Ключевые слова:** циркадианный ритм, температура кожи, терморегуляция, возраст.

**Characteristic of circadian rhythm of human skin temperature during puberty.**  
The article presents the long-term research results of formation of skin temperature circadian rhythm (CRT) during puberty. For this purpose, there was held a 48-hour observation of skin temperature (T) in children, teenagers and mature young males and females aged 9-22 with the help of «Thermochron iButton» method. Age dynamics of mesor, which reflects the process of development of thermoregulation during puberty, was found to have wavelike character. The first wave with T maximum was observed in 10-11-year-old children, the second T maximum - in teenagers of 14-15 years old. In males and females mesor dynamics is synchronous, however, in girls aged 9-17 mesor is significantly higher. In adults (20-22 years old) mesor is higher in men. CRT dynamics does not vary up to 12-13 years old. At the age of 14-15 the amplitude falls in boys, and rises in girls. At the age of 16-17 years old this characteristic rises dramatically in children of both sexes to fall significantly later at the age of 20-22. Boys demonstrate significantly higher CRT amplitude, than girls, while in adult males and females this factor does not differ. While studying the dream-wakefulness cycle there were revealed certain periods during which daily thermoregulation changes: in boys at the age of 10-

---

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

11, and in girls at the age of 10-11 and in 16-17. During these periods  $T$  at night is higher than in the afternoon.

**Key words:** circadian rhythm, skin temperature, thermoregulation, age.

Кожная температура является важным показателем функционального состояния организма, оценка которого имеет значение в разных ситуациях, связанных с адаптацией к факторам внешней среды и к мышечной деятельности, и отражает интенсивность теплоотдачи, которая, в свою очередь, зависит от теплопродукции, состояния кожных сосудов и активности потоотделения [15].

Суточный ритм температуры ( $T$ ) тела представляет собой совокупный результат изменения температуры ядра (внутренних органов) и температуры кожи. Известно, что супрахиазматические ядра (СХЯ) гипоталамуса являются терморегуляторным центром, сигналы от которого инициируют механизмы усиления или потери тепла, создавая, таким образом, циркадианный ритм температуры (ЦРТ) тела. СХЯ синхронизируют циркадианные ритмы (ЦР) других структур (органов), что приводит к многочисленным физиологическим и поведенческим ритмам. ЦРТ тела может выступать в качестве регулятора для других осцилляторов, в том числе в регуляции цикла сон-бодрствование. [20].

Как известно, основными показателями, характеризующими циркадианный ритм, является средний уровень (мезор), амплитуда колебаний и акрофаза (время максимума функции). Мезор ( $M$ ) отражает так называемую центральную линию, вокруг которой происходят колебания физиологической функции на протяжении суток [6].

В литературе практически отсутствуют целенаправленные исследования ЦРТ в онтогенезе человека, особенно у детей разного возраста при различных состояниях и нагрузках. В то же время, литературные данные и результаты наших многолетних исследований показывают, что эти ритмы обладают индивидуальными, возрастными и половыми особенностями [8, 9, 10, 16].

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения ЦРТ у школьников без их отрыва от обычного суточного режима: (время обучения в школе, домашняя работа, отдых, сон) мы использовали метод измерения температуры кожи «Термохрон iButton» [7]. Температуру измеряли (в градусах  $C$ ) на верхней трети плеча с помощью таблетки-термометра. Мониторинг  $T$  проводили с 10-минутными интервалами на протяжении 24 или 48 часов в зимний период у учащихся одной из школ г. Москвы и у студентов РГУФит. Всего в эксперименте приняло участие 160 школьников 3-11 классов и 47 студентов. Считывание полученных результатов с термометра-таблетки осуществляли с применением специальной компьютерной программы для «Термохрона».

На основании полученных результатов были построены индивидуальные графики, рассчитан средний уровень (мезор) и амплитуда (разница между максимумом и минимумом) циркадианных колебаний. Выявление времени акрофазы (максимума  $T$ ) определяли по периоду максимума графика «скользящей средней».

Для исследования особенностей температурной динамики в различные периоды суток, связанных с различной активностью организма детей, был проведен хронобиологический анализ индивидуальных и групповых показателей  $T$  кожи в

различные периоды суток: в период пребывания в школе (с 8 часов 30 мин до 15 часов), в период нахождения дома (с 15 часов до 23 часов 30 мин) и в ночное время (с 23 часов 30 минут до 7 часов утра). У студентов, у которых был индивидуальный дневной режим, сравнивали два периода: дневной и ночной (время сна).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Возрастная динамика мезора в период полового созревания у детей, подростков и зрелых людей обоего пола от 9 до 22-х лет представляет собой сложный процесс становления терморегуляции организма (рис. 1). Этот процесс имеет волновой характер: первая волна с максимумом  $T$  наблюдается в период 10-11 лет ( $p < 0,001$ ), второй максимум  $T$  выявляется у подростков 14-15 лет ( $p < 0,001$ ). Причем у детей мужского и женского пола возрастная динамика мезора синхронна, однако, у девочек от 9 до 17 лет мезор достоверно выше ( $p < 0,01$ ). Это соотношение меняется у взрослых людей 20-22 лет, у которых этот хронопоказатель выше у юношей ( $p < 0,001$ ). Таким образом, процесс температурного состояния у детей в период от 9 до 17 лет, имеет гендерные отличия: у девочек он выше, чем у мальчиков.

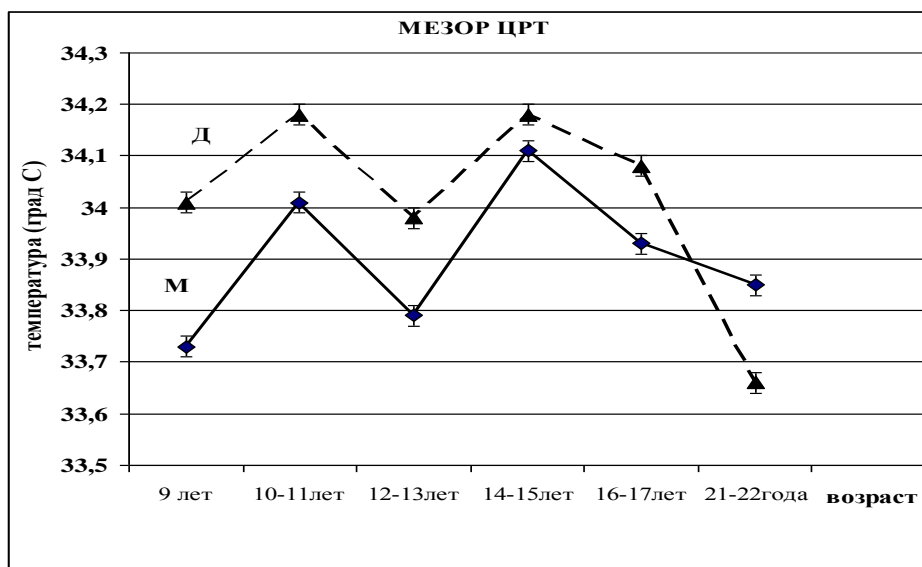


Рис. 1. Возрастная динамика мезора ЦРТ кожи у детей и взрослых.  
 М – мальчики \_\_\_\_\_, Д – девочки \_\_\_\_\_

Возрастные особенности волнового процесса теплоотдачи можно объяснить неравномерным функционированием систем энергетического обеспечения мышечной и эндокринной деятельности в период полового созревания детей.

Кроме того, следует учитывать и результаты многочисленных данных возрастной физиологии и биохимии о неравномерном развитии энергетики скелетных мышц. Известно, что в основе представления об организации процессов раз-



вития лежат чередующиеся периоды, состоящие из фазы активации дифференцировочных процессов, за которой следует фаза ростовых процессов. Для детей в возрастном диапазоне от 9 до 17 лет можно выделены два таких периода. Первый период – от 9 до 13 лет – период начала пубертатных процессов (полуростовой скачок). Фаза дифференцировок в 9-10 лет. Фаза роста в 11-13 лет. Второй период – от 14 до 17 лет – период завершения пубертатных процессов. Фаза дифференцировок — в 14 лет Фаза усиленного роста в 15-17 лет [13]. Результаты нашего исследования, отражающие температурный статус организма ребенка, подтверждают двухфазность терморегуляторного процесса, соответствующего этим двум периодам пубертата.

Исследование возрастной динамики амплитуды ЦРТ (рис. 2) у детей разного пола показало, что у мальчиков и девочек она не меняется до 12-13 лет. В то же время, в возрасте 14-15 лет наблюдается ее разнонаправленный характер: у мальчиков величина амплитуды снижается, а у девочек возрастает. В 16-17 лет у детей обоего пола этот хронопоказатель резко увеличивается ( $p < 0,01$ ) с последующим значительным снижением ( $p < 0,01$ ) к периоду зрелости (20-22 года). У девочек всех возрастов амплитуда ЦРТ значительно ниже ( $p < 0,05$ ), чем у мальчиков, а у взрослых людей амплитуда достоверно не отличается у лиц разного пола.

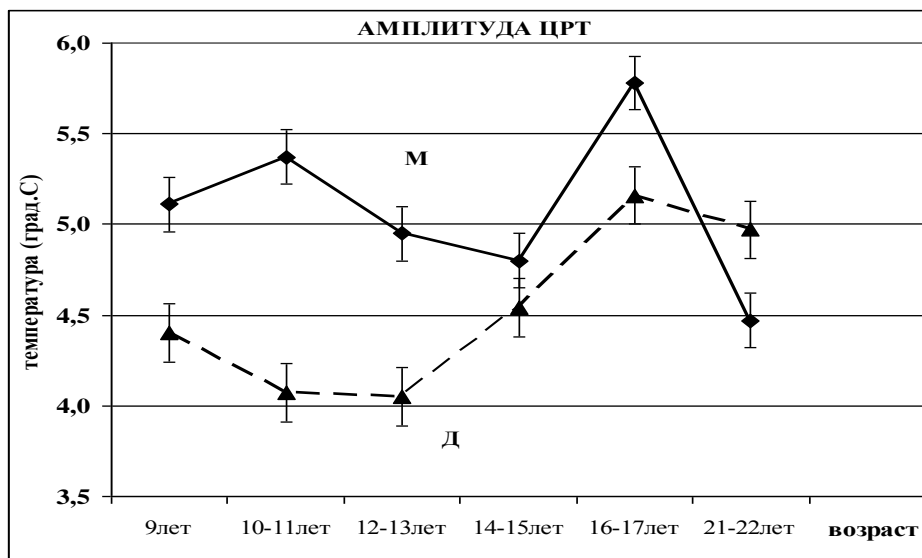


Рис. 2. Возрастная динамика амплитуды ЦРТ кожи у детей и взрослых. М – мальчики \_\_\_\_\_, Д – девочки \_\_\_\_\_

Существует гипотеза, что величина циркадных амплитуд температуры увеличивается с возрастом, достигая максимума в зрелом возрасте, а затем, к старческому периоду, амплитуда снижается (гипотеза «волчка»). Этими же авторами [2] было показано, что в ходе онтогенеза достигается максимальный хронодезм (коридор колебаний функции в течение суток) в соответствии с функциональными энергетическими потребностями организма. Но к старости интервал температур-

ного хронодезма ректальной температуры у человека уменьшается в два раза (от  $0,8^{\circ}$  до  $0,4^{\circ}\text{C}$ ). Наши данные отчасти подтверждают эту гипотезу: максимальная амплитуда ЦРТ обнаружена на последней стадии полового созревания у подростков обоего пола в 16-17 лет. Следуя логическому заключению автора данной гипотезы, именно в этот период максимального хронодезма энергетические потребности организма должны быть максимальны. Так как, известно, что амплитуда ЦР – это наиболее пластичный показатель, то ее изменение при воздействии внутренних и внешних факторов является показателем адаптационного процесса и, может служить характеристикой «биологического статуса организма», его адаптационным критерием [16].

Максимальный «адаптационный коридор» циркадианного ритма в возрасте 16-17 лет может быть свидетельством завершения процесса созревания эндокринных функций. К 22 годам, у юношей и девушек снижаются оба хронопоказателя, созревший организм как бы «успокаивается». Именно на последнем этапе полового созревания, когда завершаются процессы становления гормональных функций, когда организм подвергается максимальным функциональным перестройкам, ему «необходим» большой коридор колебаний терморегуляторных функций. Снижение суточных колебаний у взрослых людей также подтверждает эту возрастную особенность физиологии.

Сопоставление величины  $T$  у детей разного возраста и пола в разные периоды суток (в школе, дома и в ночной период) показало следующее: у мальчиков всех возрастов максимальная  $T$  имеет место в период пребывания в школе (дома  $T$  несколько ниже), но достоверное ( $p < 0,01$ ) снижение  $T$  наступает ночью во время сна (рис. 3). У девочек такая динамика  $T$  наблюдается во всех возрастах, кроме 10-11-летних и 16-17-летних. В этих возрастных группах происходит снижение  $T$  в период пребывания дома ( $p < 0,01$ ) и повышение во время сна, что, видимо, отражает суточный дисбаланс, связанный с перестройкой терморегуляторной и эндокринных функций. Вполне вероятно, что в эти периоды полового созревания, происходит изменение энергетической и эндокринной функций организма девочек в цикле сон-бодрствование [17].

Сравнение амплитуды колебаний  $T$  в те же периоды суток (рис. 4) выявило следующую динамику: у мальчиков величина амплитуды, наименьшая в период пребывания в школе, она увеличивается в следующие периоды суток, достигая больших величин в период сна ( $p < 0,05$ ). Такие изменения происходят во всех возрастных группах, кроме детей 10-11-лет, у которых максимальная амплитуда наблюдается в период пребывания дома ( $p < 0,05$ ). В группе юношей не выявлены различия величины амплитуды колебаний в разные периоды суток. У девочек максимальная амплитуда выявляется в период сна от 9 до 13 лет, у подростков-девочек двух возрастных групп 14-15 и 16-17 лет наибольшая амплитуда  $T$  обнаружена в период пребывания дома ( $p < 0,05$ ).

Увеличение амплитуды колебаний  $T$  у мальчиков в 10-11 лет и у девочек в 14-15 и 16-17 лет также возможно являются отражением возрастного суточного дисбаланса, и могут свидетельствовать о большей подвижности (чувствительности) вегетативных функции у детей в эти периоды полового созревания в цикле сон-бодрствование.

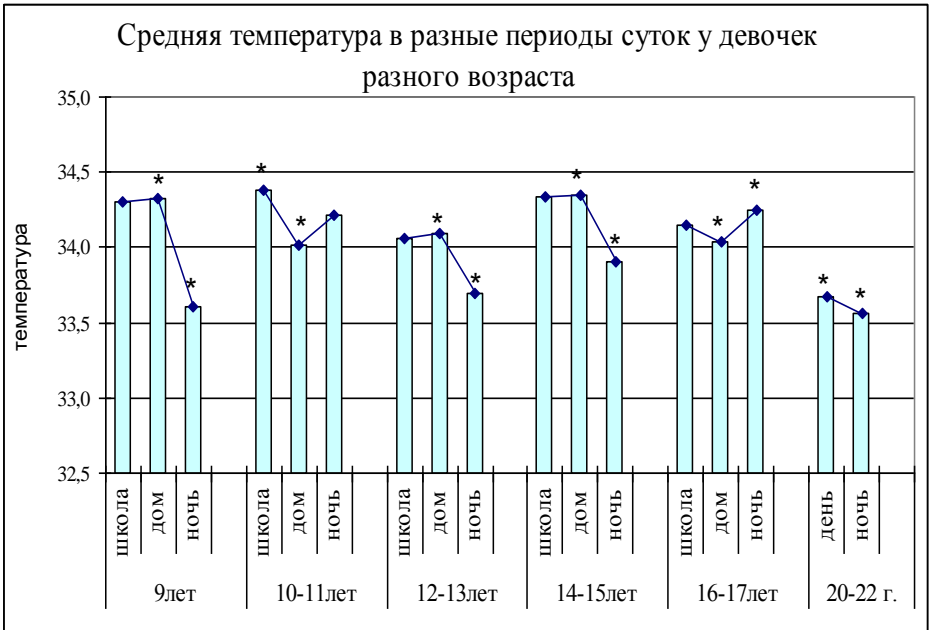
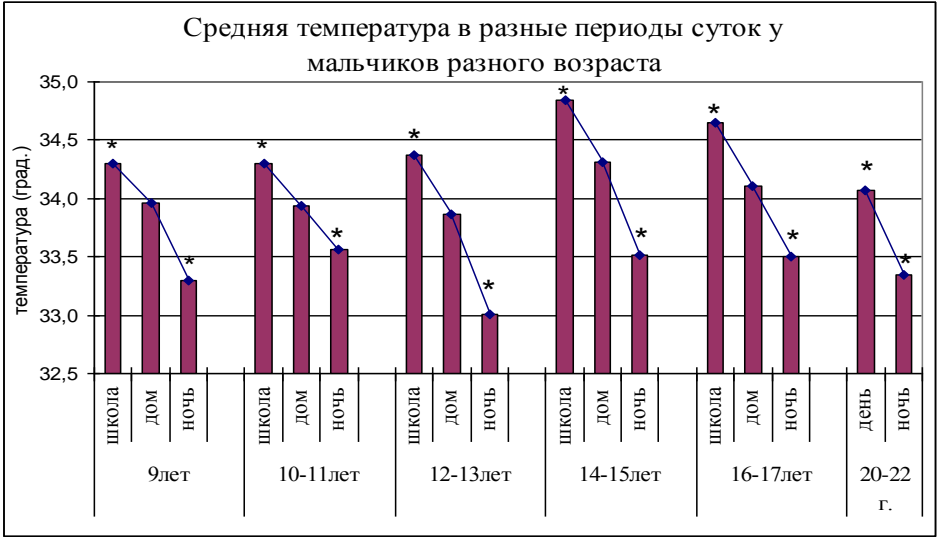


Рис. 3. Средняя температура в разные периоды суток у мальчиков (верхний рисунок) и девочек (нижний рисунок) разного возраста.

\* - достоверное отличие ( $p < 0,01$ )

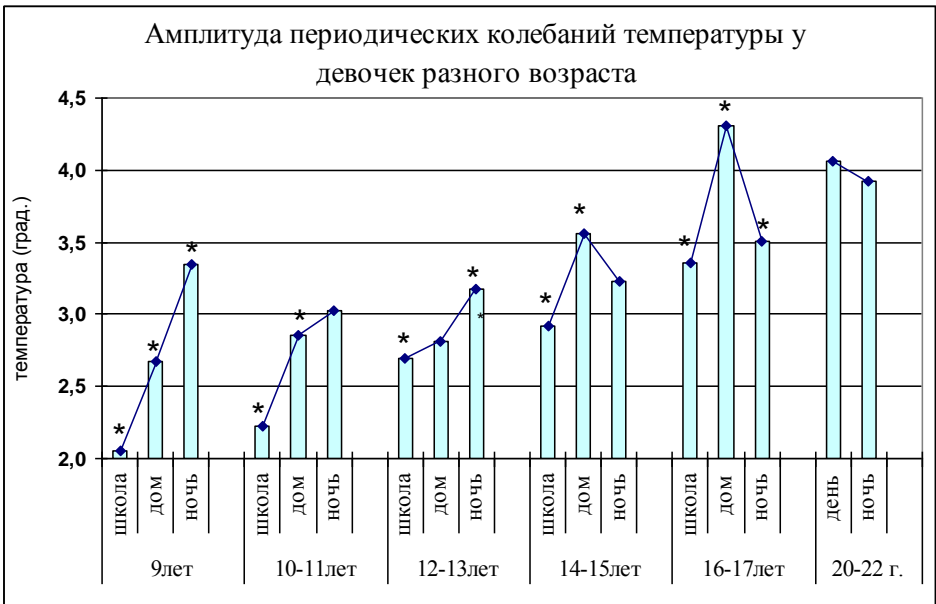
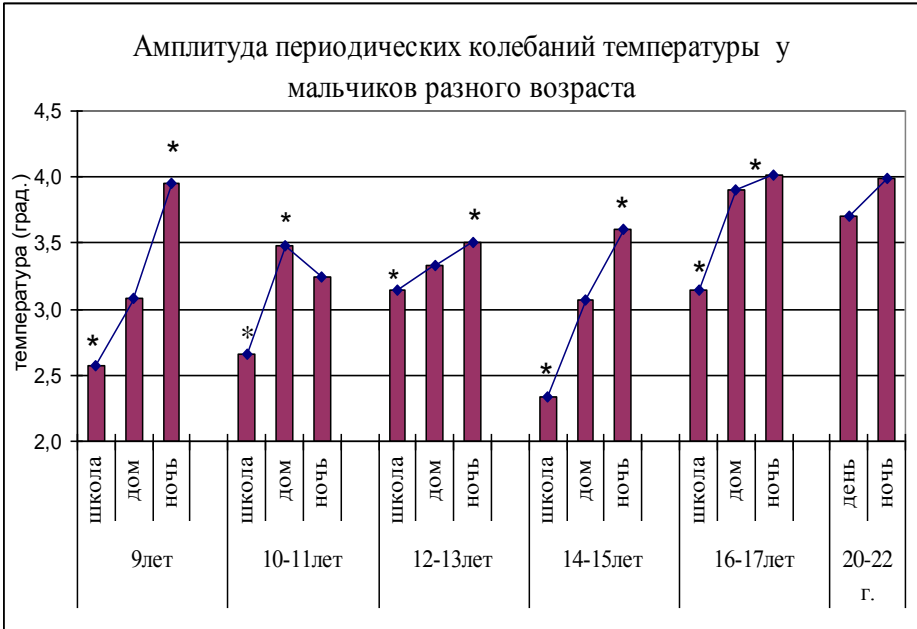


Рис.4 Амплитуда колебаний в разные периоды суток у мальчиков и девочек разного возраста (верхний рис. – мальчики, нижний рис. – девочки).

\* - достоверное отличие ( $p < 0,05$ )

Полученные результаты возрастных особенностей одного из показателей энергетического гомеостатизма – температуры, в разные возрастные периоды и в разные периоды суточной активности расширяют наши представления о становлении терморегуляторных функций в период полового созревания. На каждом этапе в этом периоде обнаруживается сложная зависимость активности механизмов терморегуляции от роста и развития, интенсивности обменных процессов и состояния ряда эндокринных функций [3, 11, 12].

Изменение величины температурного обмена с возрастом связано с изменением терморегуляторных процессов растущего организма. Этот процесс не прямолинейен: возрастная динамика хронопоказателей ЦРТ кожи в период полового созревания отражает периоды увеличения и снижения теплоотдачи. Известно, что устойчивая обратная связь в системе «гипофиз-щитовидная железа» формируется в 8-9 лет, а температурный обмен в этом возрасте находится на низком уровне. Его значительное увеличение, по нашим данным, происходит у 10-11-летних детей. Связано ли такое увеличение с синергетическим эффектом тироксин - соматомедин или же с начальным процессом активности гонад остается открытым вопросом. Тем не менее, факт резкого увеличения ростовых процессов у 10-11-летних установлен [1], а значит и энергетическая потребность должна быть повышена. Литературные данные свидетельствуют, что «возрастные изменения скорости роста скелетной мускулатуры характеризуется двухвершинной кривой. Восходящая часть первого ростового пика, которая относится к периоду начала пубертатных перестроек, приходится на возраст 9-13 лет» [4, 12]. В этом возрасте высока роль гормонов щитовидной железы тироксина. Именно в этом возрасте (11-12 лет по нашим данным) имеет место максимальная теплоотдача организма. Кроме того, имеются сведения о взаимосвязи и взаимодействии гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы и мелатонина в регуляции ЦРТ тела [18]. Проявление второй фазы роста – (14-17 лет) это быстрые изменения скорости ростовых процессов. В этот период главную роль играет гормон роста, который активно действует на зоны роста подростков [19]. К 22 годам эти зоны закрываются и энергетические процессы снижаются. Результаты нашей работы, отражающие динамику показателя теплоотдачи (динамика мезора ЦРТ) у испытуемых от 12 до 22-х лет синхронна с динамикой концентрации гормона роста в крови ровесников [11].

Таким образом, изучение хроноархитектоники суточного ритма температуры у детей разного возраста дает возможность определить нормативные физиологические критерии температурного гомеостаза здорового организма в процессе полового созревания.

## **ВЫВОДЫ**

1. С помощью метода «Термохрон» определена возрастная хронобиологическая норма мезора и амплитуды ЦРТ кожи (норма теплоотдачи) у детей в период полового созревания.

2. Возрастная динамика мезора ЦРТ у детей, подростков и зрелых людей обоего пола от 9 до 22-х лет – это двухвершинный процесс с максимумами в периоды 10-11 и 14-15 лет. Процесс теплоотдачи у детей в период от 9 до 17 лет, имеет гендерные отличия: у девочек он выше, чем у мальчиков.

3. Возрастная динамика амплитуды ЦРТ у детей разного пола не меняется до 12-13 лет. В 14-15 лет у мальчиков амплитуда снижается, а у девочек возрастает. В 16-17 лет у детей обоего пола этот хронопоказатель максимален. У девочек всех возрастов амплитуда ЦРТ ниже, чем у мальчиков. Максимальный возрастной хронодезм в 16-17 лет свидетельствует о значительных адаптационных возможностях организма подростков.

4. Сопоставление величины температуры у детей в разные периоды суток (в школе, дома и в ночной период) показало, что у мальчиков всех возрастов максимальная величина имеет место в период пребывания в школе, снижение температуры наступает ночью во время сна. У девочек такие же изменения наблюдается во всех возрастных группах, кроме 10-11-летних и 16-17-летних, у которых низкая температура обнаружена в период пребывания дома.

5. Наибольшая амплитуда среднепериодических колебаний у детей обоего пола обнаружена в период сна, кроме 10-11 летних мальчиков и 14-17-летних девочек, у которых наибольшая амплитуда имеет место в домашний период.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропова М.В. Физическое развитие подростков и их работоспособность. /М.В.Антропова // Физиология развития подростка. – М.: Педагогика, 1988. – С. 158-184.

2. Губин Д.Г. Температура тела человека как проблема хронобиологии / Д.Г. Губин, Г.Д. Губин, С.В. Куликова // Тез. докл. «Циклы»: Материалы третьей межд. конф. – Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2001. – С. 31-39.

3. Колесов Д.В. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания / Д.В. Колесов, Н.Б. Сельверова. – М.: Педагогика, 1978. – 221 с.

4. Корниенко И.А. Энергетическая и физиологическая «стоимость» мышечной работы детей 7-17 лет / И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин // Физиология человека. – 1991. – Т.17. – № 5. – С. 130-141.

5. Корниенко И.А. Развитие системы нейроэндокринной регуляции / И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин // Физиология развития ребенка. – М.: Изд-во РАО, ИВФ, 2000. – С. 142-147.

6. Моисеева Н.И. Временная среда и биологические ритмы. / Н.И. Моисеева, В.М. Сысуев. – Ленинград: Наука. 1981 – 128 с.

7. Программа: Thermo Chron. Revisor. [Электронный ресурс: апрель 2005г.]: <http://www.elin.ru/>.

8. Пронина Т.С. Возрастные изменения параметров циркадного ритма температуры тела у детей 8-13 лет./ Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Новые исследования по возрастной физиологии. – 2010. – Т. 36. – №1. – С. 75-83.

9. Пронина Т.С. Особенности циркадианного ритма температуры кожи у детей 8-9 лет и молодых людей / Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Физиология человека. – 2011 – Т. 37. – №4. – С. 1-7.

10. Рыбаков В.П. Биологические ритмы ребенка / В.П. Рыбаков, Н.И. Орлова, Т.С. Пронина, Ю.Н. Чернышева, И.А. Момот // Физиология развития ребенка. – М.: Изд-во РАО, ИВФ, 2000. – С. 287-295.

11. Сельверова Н.Б. Развитие системы нейроэндокринной регуляции / Н.Б. Сельверова, Т.А. Филиппова // Физиология развития ребенка. – М.: РАО, ИВФ. 2000. – С. 104-126.
12. Сонькин В.Д. Основные закономерности и типологические особенности роста и физического развития / В.Д. Сонькин, И.А. Корниенко, Р.В. Тамбовцева, В.В. Зайцева, С.И. Изаак // Физиология развития ребенка. – М.: Изд-во РАО, ИВФ, 2000 – С. 31-59.
13. Сонькин В.Д. Развитие мышечной энергетике и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Изд-во «Книжный дом Либроком», 2011. – 368 с.
14. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации / С.И. Степанова. – М.: Наука, 1986. – 244 с.
15. Kenney W.L., Invited review: aging and human temperature regulation / W.L. Kenney, T.A. Munce // J.Appl. Physiol. – 2003. – Dec. – V.95. – №6 – P. 2598-2598.
16. Kripke D.F. Circadian phase in adults of contrasting ages / D.F. Kripke // Chronobiol. Int. – 2005. – V. 22. – №4. – P. 695-709.
17. Kubota T. Effects of nocturnal bright light on saliva melatonin, core body temperature and sleep propensity rhythms in human subjects / T. Kubota // Neurosci. Res. – 2002. - V. 42. - №2. – P. 115-122.
18. Mazzoccoli G. The hypothalamic-pituitary-thyroid axis and melatonin in humans: possible interactions in the control of body temperature / G Mazzoccoli, A. Giuliani, S.Carughi, A. De Cata, F.Puzzolante, M. La Viola et al // Neuro Endocrinol Lett. - 2004. – V. 25. – № 5. – P. 368-372.
19. Smyczynska J Growth hormone (GH) peak after falling asleep reflects spontaneous nocturnal GH secretion, however is not corresponding to the results of GH stimulating tests in children with short stature / J Smyczynska, R. Stawerska, A. Lewinski, M. Hilczer. // Neuro Endocrinol Lett. – 2012. – V. 33. – №1. – P. 37-41.
20. Weinert D. Ageing Research Reviews / D.Weinert // Thermodynamics and Ageing. – 2010. – V. 9. – №1. – P. 51-60.

# ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕТЕЙ 5-10 ЛЕТ

С.Б. Догадкина<sup>1</sup>  
ФГНУ «Институт возрастной физиологии»  
Российской академии образования, Москва

*Оценка состояния автономной нервной системы проводилась с помощью временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма. Выявлены возрастные изменения в структуре вариабельности сердечного ритма, характеризующиеся снижением общей мощности и низко- и высокочастотных компонентов спектра вариабельности сердечного ритма от 5 к 7 годам и от 8 к 9 годам. Выявлены половые различия в структуре вариабельности сердечного ритма, характеризующиеся большей общей мощностью спектра ВРС, преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм у девочек 9 лет в сравнении с мальчиками того же возраста. Состояние симпато-парасимпатического баланса АНС во многом определяет адаптационные возможности ребенка. Дети с преобладанием симпатических нервных влияний на ритм сердца характеризуются сниженными адаптационными возможностями организма.*

**Ключевые слова:** вегетативная нервная система, сердечный ритм, детский возраст.

*Age dynamics of temporal and spectral indices of heart rate variability in 5-10-year-old children. Temporal and spectral analysis of heart rate variability (HRV) was used to assess the condition of autonomic nervous system. There were found age changes in heart rate variability. They are characterised by decrease in general power and in low and high frequency of HRV from 5-7 to 8-9 years. There are differences in HRV in boys and girls, i.e. higher general power of HRV spectrum, prevalence of parasympathetic influences on heart rate in 9-year-old girls in comparison with boys of the same age. The balance of sympathetic and parasympathetic subsystems determines the adaptive abilities in children a lot. Children with dominant sympathetic influences are characterized by lower adaptive functions of the organism.*

**Key words:** autonomic nervous system, heart rate, child age.

Адаптация – процесс, обязательно регулируемый нейрогуморальными механизмами, которые с возрастом претерпевают существенные изменения и окончательно формируются только в старшем школьном возрасте.

Для оценки адаптации организма к изменяющимся условиям среды используется анализ вариабельности сердечного ритма, позволяющий количественно охарактеризовать активность различных отделов автономной нервной системы через их влияние на функцию синусового узла. Вариабельность сердечного ритма по мнению авторов, анализирующих сердечный ритм спектральными методами, отражает автономную модуляцию синусового узла, а именно парасимпатические и

---

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



симпатические модуляции, и симпто-парасимпатическое взаимодействие [1, 4, 10, 19, 25, 27].

Согласно многочисленным литературным данным, состояние регуляторных систем деятельности сердца ребенка определяется его возрастом, полом, индивидуальными-типологическими особенностями, факторами окружающей среды и деятельностью ребенка [2, 12, 20 и др.].

В возрастной период 4-10 лет происходит усиление влияния парасимпатического отдела АНС и снижается активность центрального контура регуляции [4, 11, и др.]. С возрастом формируется оптимальное соотношение между нервными и гуморальными механизмами регуляции сердечной деятельности [11, 15, 21].

Рядом авторов показаны половые различия в регуляции сердечного ритма, начиная с 8-летнего возраста [13, 14, 16, 21].

Особое внимание, среди множества типологических особенностей человека, при характеристике работы сердца исследователи уделяют типу автономной нервной регуляции. Причем, большинство исследователей полагают, что тип вегетативной нервной регуляции организма стойко сохраняется с возрастом, а при парасимпатическом типе регуляции достигается наиболее экономное функционирование сердечно-сосудистой системы, а дети с преобладанием активности ПНС опережают сверстников по степени зрелости регуляторных систем [11]. Другие – считают, что у детей наиболее благоприятным является эйтоническое (сбалансированное) состояние вегетативной нервной регуляции СР, поскольку именно эти дети отличаются меньшей активностью центральных механизмов регуляции в покое и при выполнении тестовых нагрузок, в то время как выраженная ваго- и симпатотония ограничивает адаптационные возможности детского организма [3, 18].

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С целью изучения возрастных особенностей автономной нервной регуляции сердечного ритма обследовано 200 детей 5-9 лет, относящихся к I-II группам здоровья, посещающих детский сад №1221 и общеобразовательную школу №27 г. Москвы. Исследование проводили в первой половине дня (с 9 до 13 часов) - период наибольшей активности физиологических функций.

**Изучение автономной нервной регуляции сердечного ритма (СР)** проводили методами временного и спектрального анализа вариабельности ритма сердца (ВРС). При временном анализе определяли следующие показатели: RRNN – средняя длительность R-R интервалов, SDNN – стандартное отклонение (SD) величин нормальных R-R интервалов (NN),  $SDNN/RRNN*100\%$  - «коэффициент вариации», RMSSD – квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов N-N, NN50 – количество пар соседних интервалов, различающихся более, чем на 50 мс в течение всей записи, pNN50% - процент последовательных интервалов N-N, различие между которыми превышает 50мс.

При спектральном анализе ВРС определяются следующие параметры:

1. Общая мощность спектра (TP-Total Power) – мощность в диапазоне частот от 0.003 до 0.04 Гц. Она отражает суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм

2. Высокочастотные колебания (HF) (0.15-0.40 Гц) Мощность в этом диапазоне связана преимущественно с дыхательными движениями и отражает вагусный контроль сердечного ритма (колебания парасимпатического отделов вегетативной нервной системы).

3. Низкочастотные колебания (LF) (0.04-0.15). Они имеют смешанное происхождение. На мощность в этом диапазоне оказывают влияние изменения тонуса как симпатического (преимущественно), так и парасимпатического отделов АНС.

4. Очень низкочастотные колебания (VLF) (0.003-0.04), обусловленные, по-видимому, надсегментарными отделами автономной нервной системы, гормональными влияниями.

5. Мощность в диапазоне высоких частот, выраженная в нормализованных единицах:  $HF_{nu} = HF / (TP - VLF) * 100$

6. Мощность в диапазоне низких частот, выраженная в нормализованных единицах:  $LF_{nu} = LF / (TP - VLF) * 100$

7. LF/HF – характеризует соотношение (баланс) симпатических и парасимпатических влияний [17, 22].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У детей 5-9 лет выявлен ряд возрастных и половых различий в структуре вариабельности сердечного ритма. Данные временного и спектрального анализов ВРС представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

В целом у большинства детей 5-9 лет отмечено хорошее состояние автономной нервной регуляции сердечного ритма. У этих детей ритмограмма ВРС характеризуется хорошо выраженными волнами короткого, длинного и очень длинного периодов. Наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма у детей 9 лет вносит парасимпатическая нервная система (фоновая ваготония покоя). Данный вариант регуляции сердечного ритма отражает хорошее физическое состояние и стрессоустойчивость организма.

У детей от 5 до 8 лет (табл. 2) не выявлено каких-либо значимых изменений величины показателя средней длительности нормальных интервалов RR (RRNN). От 8 к 9 годам у мальчиков значение RRNN достоверно не изменяется, а у девочек отмечено его достоверное увеличение, т.е. более высокие значения данного показателя в 9 летнем возрасте наблюдаются у девочек по сравнению с мальчиками.

Отмечена тенденция к увеличению значений показателей минимальной (R-Rmin) и максимальной (R-Rmax) длительности RR интервалов, снижению значений стандартного отклонения величин нормальных интервалов RR (SDNN) у всех детей от 5 до 8 лет. Наблюдается достоверное снижение показателей RMSSD и rNN50% у мальчиков в период от 5 к 9 годам. У девочек выявлено некоторое повышение величин указанных показателей к 9 годам.

Частотный спектр вариабельности ритма сердца у всех обследованных школьников характеризуется хорошо выраженными волнами высокой, низкой и очень низкой частот (табл. 1).

Таблица 1

*Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма  
у учащихся 9 лет (M±m)*

Группы	TP, мс <sup>2</sup>	VLF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF п.у.	HF п.у.	LF/HF п.у.	%VL F	%LF	%HF
ОГ 5 лет	8239,2 ±743,3	1162,6 ±461,5	2416 ±469,0	4659,7 ±473,7	27,9 ±2,8	72,0 ±2,8	0,454 ±0,067	15,1 ±2,4	22,2 ±2,0	62,0 ±3,0
ОГ 6 лет	7537,8 ±743,3	2432,6 ±857,6	2071,9 ±372,7	3033,2 ±492,4#	39,3 ±2,4#	56,2 ±2,4#	0,904 ±0,077#	26,3 ±2,4#	31,8 ±2,0#	41,8 ±2,7#
ОГ 7 лет	6875,1 ±743,3#	2043,3 ±857,6#	1571,1 ±372,7#	3260,7 ±492,4	39,3 ±2,4	60,6 ±2,4	0,764 ±0,077	22,6 ±2,4	29,4 ±1,7	47,9 ±2,9
ОГ 8 лет	7537,8 ±743,3	2432,6 ±857,6	2071,9 ±372,7#	3033,2 ±492,4	39,3 ±2,4	56,2 ±2,4	0,904 ±0,077	26,3 ±2,4	31,8 ±2,0	41,8 ±2,7#
М 8 лет	7882,1 ±973,3	1809,1 ±461,5	2241,2 ±469,0	3831,6± 473,7	36,0 ±2,8	63,9 ±2,8	0,683 ±0,67	20,8 ±2,4	27,1 ±2,0	52,0 ±3,0
Д 8 лет	4963,5 ±973,3*	1809,1 ±461,5	1310,5 ±469,0*	2288,0 ±473,7*	35,0 ±2,8	65,0 ±2,8	0,538 ±0,67	20,6 ±2,4	27,5±2 ,0	50,7±3 ,0
ОГ 9 лет	4989,8 ±693,5#	1183,9 ±235,2#	1359,4 ±191,8#	2446,4 ±432,0#	40,9 ±3,1	59,0 ±3,1	0,836 ±0,11	25,3 ±2,7	29,4 ±2,0	45,5 ±3,5
М 9 лет	4068,6 ±748,8	1101,0 ±288,4	1224,4 ±328,6	1743,0 ±601,1	45,3 ±4,6	54,6 ±4,6	1,021 ±0,195	29,6 ±4,4	30,9 ±3,2	40,0 ±4,8
Д 9 лет	5911,0 ±873,1*	1266,7 ±382,3	1494,3 ±205,7	3149,8 ±577,8*	36,6 ±3,9*	63,4 ±3,9	0,652 ±0,103*	21,1 ±2,9*	27,8 ±2,6	51,0 ±4,8*

*Примечание: ОГ – общая группа; М – мальчики; Д – девочки; # – достоверность годовых различий; \* – достоверность различий между показателями у мальчиков и девочек*

Выявлены достоверные возрастные различия показателей общей мощности спектра (TP, мс<sup>2</sup>) и мощности низко- и высокочастотного компонентов спектра ВРС, вычисленных в абсолютных единицах (LF, мс<sup>2</sup>; HF, мс<sup>2</sup>) в период от 5 к 9 годам. Отмечено достоверное снижение указанных показателей от 5 к 7 годам и от 8 к 9 годам как у мальчиков, так и у девочек.

Выявлены половые различия в значениях показателей спектрального анализа в 8 и 9 лет. В 8 лет показатели общей мощности спектра (TP, мс<sup>2</sup>) и мощности низко- и высокочастотного компонентов спектра ВРС, вычисленных в абсолютных единицах (LF, мс<sup>2</sup>; HF, мс<sup>2</sup>) были достоверно ниже у девочек в сравнении с мальчиками. В 9-летнем возрасте отмечены достоверно более высокие значения показателей, HF(мс<sup>2</sup>) и TP(мс<sup>2</sup>) у девочек по сравнению с мальчиками. Не выявлено половых различий в показателях очень низкочастотных и низкочастотных колебаний ВРС, выраженных в абсолютных, нормализованных единицах и процентах (LF(п.у) %).

У девочек 9 лет отмечаются достоверно более высокие значения высокочастотных колебаний в абсолютных единицах и процентах. Показатель отношения низкочастотных колебаний к высокочастотным достоверно ниже у девочек 9 лет, что свидетельствует о преобладании у них парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма (табл. 1).

Таблица 2

*Показатели временного анализа вариабельности сердечного ритма  
у учащихся 5 – 9 лет (M±m)*

<b>Группы</b>	<b>R-Rmin</b>	<b>R-Rmax</b>	<b>RRNN</b>	<b>SDNN</b>	<b>RMSS D</b>	<b>pNN50</b>	<b>CV</b>
ОГ 5 лет	414,00 ±29,31	1032,77 ±105,08	664,81 ±13,36	71,03 ±12,19	93,37 ±15,93	35,83 ±3,04	10,68 ±1,66
ОГ 6 лет	311,07 ±17,85#	923,61 ±21,38	651,82 ±12,69	77,00 ±5,67	88,51 ±6,21	36,59 ±3,10	11,62 ±0,93
ОГ 7 лет	467,53 ±60,9#	925,33 ±21,1	675,40 ±21,15	65,20 ±8,51	69,13 ±11,49#	31,89 ±5,94	9,30# ±0,93
ОГ 8 лет	375,0 ±27,1	918,0 ±62,9	660,0 ±15,4	63,0 5,4	62,0 ±7,0	31,2 ±3,0	9,4 ±0,8
М 8 лет	361 ±19,31	977,2 ±25,08	658, 81 ±13,36	74,03 ±8,19	90,37 ±8,93	36,22 ±3,04	11,18 ±1,66
Д 8 лет	375 ±19,31	918,2 ±25,08	660, 0 ±13,36	63,03 ±8,19	62,00 ±8,93	31,22 ±3,04	9,49 ±0,87
ОГ 9 лет	549,8 ±12,1#	919,3 ±31,6	696,6 ±19,2	61,9 ±4,6	64,5 ±5,7	33,0 ±3,6	8,6 ±0,4
М 9 лет	542,0 ±15,7	861,5 ±34,3	673,6 ±22,7	54,4 ±6,3	54,8 ±6,8	26,6 ±4,3	7,8 ±0,6
Д 9 лет	557,5 ±19,0	977,2 ±49,3	719,6 ±30,5	69,4* ±6,3	74,2* ±8,5	39,3* ±5,3	9,4* ±0,5

*Примечания: см. в таблице 1*

Различия в значениях показателей временного анализа ВРС между детьми разного пола выявлены в 9-летнем возрасте: у девочек величины показателей RRNN, R-Rmin, R-Rmax, SDNN, RMSSD, pNN50% достоверно выше в сравнении с таковыми у мальчиков, что свидетельствует о преобладании парасимпатической составляющей на ритм сердца у девочек. Преобладание парасимпатического компонента в структуре ВРС девятилетних девочек согласуется с представлением об адаптационно-трофическом действии блуждающих нервов на сердце и является показателем индивидуальной устойчивости здорового организма к стрессирующим факторам [8, 6].

Таким образом, исследование вариабельности сердечного ритма детей 5-9 лет в состоянии относительного покоя показало, что значения спектральных и временных показателей ВРС соответствуют таковым, приводимым в ряде исследований [6 и др.] и указанным в международных стандартах [17]. У всех обследованных детей частотный спектр ВРС характеризовался хорошо выраженными волнами высокой, низкой и очень низкой частот. При этом с возрастом у большинства обследованных школьников суммарная мощность спектра в диапазоне высоких частот становится доминирующей над величинами мощности спектра в очень низкочастотном диапазоне. Это свидетельствует о преобладании модулирующего симпато-парасимпатического регуляторного влияния над гуморально-метаболическим и центральными эрготропными регуляторными стимулами [6]. По данным ряда авторов [8, 21] 9-летний возраст характеризуется усилением влияния парасимпатического отдела АНС и снижением активности центрального контура регуля-

ции. Среди обследованных детей 9 лет 35% составляют дети с преобладанием парасимпатической активности в регуляции сердечного ритма.

Выявленное преобладание парасимпатических влияний на сердечный ритм и более высокая суммарная активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм у девочек 9 лет также свидетельствуют о большей устойчивости девочек 9 лет к стрессирующим факторам в сравнении с мальчиками этого же возраста.

Как показано в работах Romeranz et al. [24], и др. изменение отношения LF/HF характеризует изменения симпатической активности, а по мнению Pagani et al [23], и др. может характеризовать симпато-парасимпатический баланс. Мы также использовали данный показатель как отражение симпато-парасимпатического равновесия и разделили всех детей согласно значениям LF/HF. По показателю LF/HF, характеризующему соотношение симпатических и парасимпатических влияний, все обследуемые дети 8 лет были разделены на 3 группы. Дети с LF/HF > 1,0 составили 1-группу (с преобладанием симпатических влияний в регуляции сердечного ритма), дети с LF/HF от 0.5 до 0.9 составили 2 группу (со сбалансированной регуляцией сердечного ритма) и дети с LF/HF < 0.5 составили 3 группу (с преобладанием парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма).

В таблице 3 приведены показатели спектрального анализа ВРС у детей 5-9 лет с разным типом регуляции сердечного ритма.

Дети с преобладанием симпатической активности в регуляции сердечного ритма характеризуются достоверно более низкой общей мощностью спектра в сравнении с детьми 2-ой и 3-ей групп за счет более низкой мощности высокочастотного компонента ВРС (HF). У детей с преобладанием симпатических 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.

Таким образом, исследование вариабельности сердечного ритма школьников в состоянии относительного покоя показало, что у всех обследованных детей частотный спектр ВРС характеризовался хорошо выраженными волнами высокой, низкой и очень низкой частот. При этом у большинства обследованных школьников суммарная мощность спектра в диапазонах низких и высоких частот доминировала над величинами мощности спектра в очень низкочастотном диапазоне. Это свидетельствует о преобладании модулирующего симпато-парасимпатического регуляторного влияния над гуморально-метаболическим и центральными эрготропными регуляторными стимулами [6].

Выявлены возрастные изменения в структуре вариабельности сердечного ритма, характеризующиеся снижением общей мощности спектра вариабельности сердечного ритма и низко- и высокочастотных компонентов спектра от 5 к 7 годам и от 8 к 9 годам. У детей 9 лет отмечены половые различия в структуре вариабельности сердечного ритма, характеризующиеся большей общей мощностью спектра ВРС, преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм у девочек в сравнении с мальчиками того же возраста.

Таблица 3

Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма у учащихся 5-9 лет с разным типом автономной нервной регуляции ( $M \pm m$ )

Возраст	тип АНР	TP мс <sup>2</sup>	VLF мс <sup>2</sup>	LF мс <sup>2</sup>	HF мс <sup>2</sup>	LF п.у.	HF п.у.	LF/HF п.у.	VLF %	LF %	HF%
5 лет	1	1967,0 ±545,4	481,4 ±102,9	871,6 ±260,6	614,1 ±119	59,2 ±1,3	40,7 ±1,3	1,5 ±0,09	28,9 ±3,9	42,0 ±2,3	29 ±1,9
	2	11578,8 ±751,2*	976,4* ±480,5	2493,9 ±711,4*	3108,3 ±911*	43,1*± 1,6*	56,8 ±1,6*	0,7 ±0,05*	27,6 ±4,5*	31,1 ±2,2*	41,2 ±3,0*
	3	7716,2* ±438,0	867,4* ±143,9	1327,9 ±188,9	5521* ±915,1	23,7* ±1,9	76,3 ±1,9*	0,32 ±0,03	13,7 ±2,1*	20,3 ±2,5	66 ±2,7*
6 лет	1	4840,0 ±521,8	1453,7 ±257,3	1969,0 ±521,5	1417,2 ±830,1	57,71 ±1,2	42,29 ±1,2	1,42 ±0,036	28,0 ±2,7	41,5 ±1,2	30,4 ±2,0
	2	7075,5 ±863,0	1495,5 ±829,9	2249,8 ±610,0	3330,3 ±454,6	41,8 ±3,1	58,12 ±3,1	0,72 ±0,05	23,9 ±6,9	31,7 ±2,4	44,3 ±3,1
	3	8488,6 ±386,3	3340,2 ±829,9	1379,7 ±610,0	3768,5 ±454,6	23,2 ±3,1	76,75 ±3,1	0,32 ±0,05	21,1 ±4,9	17,6 ±2,5	61,3 ±3,1
7 лет	1	5715,2 ±992,2	1479,8 ±755,0	2694,6 1553,1	1541,2 ±886,0	63,04 ±1,4	36,96 ±1,4	1,72 ±0,1	29,4 ±3,3	44,6 ±2,8	25,9 ±0,9
	2	4131,8 ±943,3	1205,2 ±383,8	1399,6 401,8	1527,2 ±396,3	46,48 ±2,0	53,52 ±2,0	0,891 ±0,09	30,4 ±4,7	32,4 ±3,0	37,1 ±3,0
	3	7811,4 ±955,0	967,8 ±183,1	1890,8 680,9	4953,0 ±866,3	28,74 ±1,2	71,26 ±1,2	0,405 ±0,02	19,5 ±3,7	23,0 ±2,2	57,4 ±4,4
8 лет	1	6272,1 ±969,9	1169,9 ±228,9	2485,9 ±529,9	2331,4 ±490,4	51,64 ±3,1	48,35 ±3,1	1,300 ±0,24	27,26 ±2,8	37,57 ±2,6	35,14 ±2,7
	2	5884,3 ±925,6	1226,1 ±224,4	1949,1 ±467,1	2709,0 ±587,7	40,45 ±1,3	59,55 ±1,3	0,695 ±0,04	25,42 ±2,6	30,13 ±1,4	44,4 ±1,9
	3	8003,3 ±943,5	1076,2 ±212,6	1829,2 ±511,4	5097,8 ±979,2	24,85 ±1,7	75,15 ±1,7	0,34 ±0,03	16,20 ±2,0	20,6 ±1,4	63,19 ±2,6
9 лет	1	2903,8 ±583,2	1036,3 ±380,6	1087,5 ±183,7	780,0 ±146,7	58,1 ±2,3	41,8 ±2,3	1,46 ±0,17	33,0 ±4,4	38,8 ±2,8	29,0 ±2,7
	2	6682,5± 560,6*	1773,7 ±522,0	1914,8 ±451,4	2993,7± 300,2*	39,6* ±1,8	60,3* ±1,8	0,669* ±0,054	27,3 ±4,9	28,8 ±2,3*	43,8* ±3,3
	3	5117,6± 557,6*	662,3* ±91,8	985,7 ±195,6*	3469,5± 318,0*	23,4 ±2,4*	76,5* ±2,4	0,316* ±0,040	14,9 ±2,1*	19,6* ±1,8	65,4* ±3,5

Примечание: 1 группа – симпатотоники; 2 группа – нормотоники; 3 группа ваготоники; \* – достоверность различий между группами с разным типом АНС

## ВЫВОДЫ

1. Выявлены возрастные изменения в структуре variability сердечного ритма, характеризующиеся снижением общей мощности спектра variability сердечного ритма и низко- и высокочастотных компонентов спектра от 5 к 7 годам и от 8 к 9 годам.

2. Выявлены половые отличия в структуре variability сердечного ритма у детей 9 лет, характеризующиеся большей общей мощностью спектра ВРС, преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм у девочек в сравнении с мальчиками того же возраста.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // <http://koj.Ecg.ru/books>.
2. Вотякова О.И. Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у здоровых детей и подростков / О.И. Вотякова, А.И. Рывкин, М.С. Власова, О.В. Калинина // Вестник Иван. мед. акад. – 2003. – 8 прил. – С. 18-19.
3. Горст В.Р. Интегративная деятельность нервной системы и адаптивные возможности человека / В.Р. Горст, Н.А. Горст, О.В. Черкашина, И.А. Горюнов, А.Э. Мамедов, А.А. Городовенко // Структурные преобразования органов и тканей в норме и при воздействии антропогенных факторов: Сб. науч. тр. / Астрах. гос. мед. акад. – Астрахань, 2004. – С. 89–92.
4. Доцоев Л.А. Барорецепторный рефлекс и артериальная регидность у школьников/ Л.А. Доцоев, А.А. Астадов, А.М. Усинин // Физиология человека. – 2011. – 37, №3. – С. 27–35.
5. Крещановская Е.Б. Механизмы становления адаптивных свойств ребенка в процессе его роста, развития и перехода от нормы к патологии / Е.Б. Крещановская, Б.А. Пыхтеев // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение. – Ижевск, 1996. – С. 89.
6. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново: Иван. Гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
7. Осколкова М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей / М.К. Осколкова. – М.: Медицина, 1988. – 272 с.
8. Панкова Н.Б. Функциональное развитие вегетативной регуляции сердечно–сосудистой системы в онтогенезе человека // Физиол. журнал им. И.М. Сеченова, 2008. – 94. – №3. – С. 267–275.
9. Степанова, О.В. Особенности реакций сердечно–сосудистой системы на тестовые нагрузки у детей дошкольного возраста: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / О.В. Степанова.– Москва, 1986.– 20 с.
10. Шлык Н.И. Особенности вегетативной регуляции у школьников при умственной и физической нагрузке (по данным математического анализа сердечного ритма) / Н.И. Шлык, Т.В.Красноперова, Е.Н. Сапожникова и др. // Программ. обуч. и компьютериз. В учеб.–тренировочном процессе. – Ижевск: Удм. Гос. ун–т, 1996. – С. 84–97.
11. Шлык Н.И. Типологические характеристики функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов / Н.И. Шлык, Е.Н. Сапожникова, Т.Г. Кирилова, В.Г. Семенов // Физиология человека. – 2009. – 35, №6. – С. 85–93.
12. Alkon A, Boyce WT, Davis NV, Eskenazi B. Developmental changes in autonomic nervous system resting and reactivity measures in Latino children from 6 to 60 months of age // J Dev Behav Pediatr. – 2011 №32(9):668-77.
13. Aziz W, Schlindwein FS, Wailoo M, Biala T, Rocha FC. Heart rate variability analysis of normal and growth restricted children. //Clin Auton Res. – 2012. – 22(2). – P. 91-7.

14. Chen S.R., Chiu H.W., Lee Y.J., Sheen T.C., Jeng C. Impact of Pubertal Development and Physical Activity on Heart Rate Variability in Overweight and Obese Children in Taiwan // *J Sch Nurs.* – 2012. – 23.
15. Dietrich A. Reproducibility of heart rate variability and baroreflex sensitivity measurements in children / Dietrich A., Rosmalen J.G., Althaus M, van Roon AM, Mulder LJ, Minderaa RB, Oldehinkel AJ, Riese H. // *Biol Psychol.* – 2010. – 85, №1. – P. 71-78.
16. Duman L. Heart rate variability analysis reveals a shift in autonomic balance towards an increase in parasympathetic tonus in boys with undescended testis / Duman L., Demirci M, Tanyel FC // *Eur J Pediatr Surg.* – 2010. – 20, №3. – P:150–152.
17. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use // *Circulation.* – 1996. – 93. – P. 1043-1065.
18. Hinnant JB, Elmore-Staton L, El-Sheikh Developmental trajectories of respiratory sinus arrhythmia and preejection period in middle childhood // *MDev Psychobiol.* – 2011. – 53(1). – P. 59-68.
19. Hollenstein T, McNeely A, Eastabrook J, Mackey A, Flynn J. Sympathetic and parasympathetic responses to social stress across adolescence // *Dev Psychobiol.* – 2012. – №54(2). – P. 207-14.
20. Krämer M, Seefeldt WL, Heinrichs N, Tuschen-Caffier B, Schmitz J, Wolf OT, Blechert J. Subjective, autonomic, and endocrine reactivity during social stress in children with social phobia // *J Abnorm Child Psychol.* – 2012. – 40(1). – P. 95-104.
21. Longin E Autonomic nervous system function in infants and adolescents: impact of autonomic tests on heart rate variability / Longin E, Dimitriadis C, Shazi S, Gerstner T, Lenz T, König S. // *Pediatr Cardiol.* – 2009. – 30, №3. – P. 311-24.
22. Montano N. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt / Montano N., Ruscone T.G., Porta A. et al. // *Circulation.* – 1994. – Vol. 90, N 4. – P. 1826-1831.
23. Pagani M. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog / Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S et al *COT Res* 1986; 59: 178-193.
24. Pomeranz M. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis / Pomeranz M, Macaulay RJB, Caudill MA. *Am J Physiol* 1985; 248: H151–H53.
25. Stifter CA, Dollar JM, Cipriano EA. Temperament and emotion regulation: the role of autonomic nervous system reactivity // *Dev Psychobiol.* – 2011. – №53(3). – P. 266-79.
26. 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.
27. van Dijk AE, van Eijsden M, Stronks K, Gemke RJ, Vrijkotte TG. Prenatal stress and balance of the child's cardiac autonomic nervous system at age 5-6 years // *PLoS One.* – 2012. – №37(1):e30413.



# ВОЗРАСТНЫЕ И АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА (5-7 ЛЕТ)

Е.В. Соколов<sup>1</sup>  
ФГНУ «Институт возрастной физиологии»  
Российской академии образования, Москва

*В период биологического созревания происходит непрерывное развитие дыхательной системы, ее морфологических структур и функциональных процессов, что обуславливает формирование не только количественных, но и качественных показателей. Функциональная пластичность системы позволяет использовать ее показатели в качестве критериев адаптации к физическим и учебным нагрузкам. В результате проведенного исследования у детей старшего дошкольного возраста выявлены половозрастные особенности показателей биомеханических факторов дыхания. Отмечено умеренное нарушение проходимости центральных и периферических воздухоносных путей, что может быть обусловлено влиянием находящихся в динамическом взаимодействии внутренних и внешних факторов.*

**Ключевые слова:** детский возраст, дыхание, адаптация.

*Age and adaptive changes in respiratory system in children of elder preschool age (5-7 years old). The ongoing development of breathing system, of its morphology and functional processes takes place during the period of biological maturation. It concerns not only quantitative, but also qualitative characteristics. Functional plasticity of the system makes it possible to use its features as adaptation criteria to physical and mental work. According to research results, there are sex-age differences of biomechanical factors of breathing in children of elder preschool age. There was found out moderate malfunctioning of patency in central and peripheral airways which results from dynamic interaction between internal and external factors.*

**Key words:** child age, breathing, adaptation.

Период дошкольного возраста объединяет детей от 3 до 6-7 лет. В 7 лет завершается период первого детства. Мальчики и девочки мало различаются по внешней форме тела и многим физиологическим параметрам организма. Все размеры тела увеличиваются относительно равномерно. Изучение состояния системы дыхания, адаптивных и компенсаторных возможностей с учетом фактора среды, позволяет выявить возрастные, половые и индивидуальные особенности развития респираторной функции детей, наметить возможность коррекции имеющих отклонений (табл. 1).

Ведущим критерием состояния здоровья подрастающего поколения является физическое развитие, которое представляет собой непрерывный процесс. На каждом возрастном этапе он характеризуется определенным комплексом связанных между собой и с внешней средой морфофункциональных свойств организма и обусловленным этими свойствами запасом физических возможностей. Скорость

---

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

ростовых процессов увеличивается на шестом году жизни, при этом изменяются соотношения пропорций тела. В этот период появляются различия в развитии детей разного пола: девочки растут быстрее мальчиков. То есть рост и развитие организма обусловлены влиянием находящихся в динамическом взаимодействии внутренних и внешних факторов. Среда выступает не только как условие, но и как источник развития организма человека, благоприятствуя совершенствованию его наследственных свойств или препятствуя и даже исправляя нежелательные их проявления [14]. Из показателей, характеризующих функциональное состояние организма, часто используется величина жизненной емкости легких (ЖЕЛ). Иногда к ней добавляется частота и объем дыхания, экскурсия грудной клетки, время задержки дыхания [2, 3 и др.]. В то же время на основе многолетних комплексных исследований [ 6 - 13 ] было показано, что дыхательная система является одной из ведущих и во многом определяющей как умственную, так и физическую работоспособность человека, а объемно-временные характеристики дыхания являются критериями функционального (как возрастного, так и адаптивного) развития системы дыхания и всего организма детей.

Большинство показателей дыхательной функции легких изменяется с возрастом детей. Чем выше их связь с показателями физического развития, тем выше их значимость как критериев биологического возраста (бронхиальное сопротивление, объемные скорости дыхания, растяжимость и эластичность легких и грудной клетки, статические объемы легких).

Таблица 1

*Возрастная динамика показателей соматометрии у детей 5 – 7 лет (M±m)*

Возраст лет	ПОКАЗАТЕЛИ			
	L, см	M, кг	S, м <sup>2</sup>	О.гр.кл., см
5	111,28± 1,12	19,11± 0,52	0,77 ± 0,01	56,56± 0,68
6	120,8 ± 0,99 *	22,5 ± 0,72 *	0,9± 0,02 *	59,0± 0,99 *
7	127,78± 0,95 *	26,46± 0,71*	0,97± 0,02*	59,80± 0,76

*Примечание: L – длина тела в сантиметрах; M – масса тела в килограммах; S, – поверхность тела в метрах квадратных; О.гр.кл.. – окружность грудной клетки в сантиметрах; \* – достоверность годовых различий (p ≤ 0,05)*

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Функциональные показатели дыхательной системы исследовали у дошкольников, посещающих детский сад №1221 г.Москвы. Для определения возрастно-половых особенностей все обследованные были распределены на следующие группы: дети в возрасте 5 лет (10 девочек и 8 мальчиков), 6 лет (13 девочек и 19 мальчиков), 7 лет (17 девочек и 20 мальчиков). Обследованные дети не имели острых и хронических заболеваний органов дыхания и были отнесены к I и II группам здоровья.

Для оценки объемных, скоростных и временных параметров использовался аппаратно-программный диагностический комплекс (спироанализатор "Рид-124 Д") для исследования функции внешнего дыхания.

У всех испытуемых методами спирографии и регистрации кривой "поток-объем" изучали объемно-временные параметры паттерна дыхания, статические и динамические объемы легких: ЖЕЛ – жизненная емкость легких (л); ФЖЕЛ – объем форсированного выдоха жизненной емкости легких (л); ФЖЕЛ-ЖЕЛ – показатель, характеризующий проходимость дыхательных путей (л); ИТ – индекс Тиффно (ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ, в %); ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1 с (л); ПСВ – пиковая скорость выдоха (л/с); МОС<sub>25</sub> – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 25% ФЖЕЛ (л/с); МОС<sub>50</sub> – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 50% ФЖЕЛ (л/с); МОС<sub>75</sub> – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 75 % ФЖЕЛ (л/с), в состоянии покоя и после нагрузки умеренной мощности. Регистрировали и рассчитывали 42 функциональных показателя, характеризующих адаптивные и резервные возможности системы дыхания. Цифровой материал обработан по возрастным и половым группам методом дискриптивной статистики (табл. 2 – 4).

Таблица 2

*Показатели вентиляционной функции легких, биомеханических факторов дыхания и бронхиальной проходимости легких у детей 5-7 лет (M±m)*

Показатели	Возраст, лет		
	5	6	7
ЧД, дв в мин	26,37 ± 1,63	23,46 ± 0,98	24,04 ± 1,04
ОД, л	0,28 ± 0,03	0,29 ± 0,02	0,29 ± 0,01
МОД, л*мин	7,10 ± 0,61	6,72 ± 0,35	6,79 ± 0,31
ЖЕЛ, л	1,13 ± 0,10	1,27 ± 0,1	2,65 ± 0,11*
МВЛ, л*мин	24,01 ± 2,77	34,98 ± 1,74*	30,54 ± 1,62*
РД, л*мин	16,36 ± 1,62	28,28 ± 2,62*	24,74 ± 1,64*
ОФВ1, л/сек	0,77 ± 0,04	1,17 ± 0,04*	1,28 ± 0,04*
Тиффно, %	82,64 ± 5,25	86,04 ± 3,02	87,94 ± 1,84
ПОС, л/сек	1,66 ± 0,10	2,54 ± 0,1*	2,65 ± 0,11*
МОС25, л/сек	1,60 ± 0,10	2,39 ± 0,1*	2,50 ± 0,10*
МОС50, л/сек	1,32 ± 0,09	2,21 ± 0,09*	2,27 ± 0,10*
МОС75, л/сек	0,86 ± 0,06	1,4 ± 0,07*	1,41 ± 0,07*

*Примечание: \* – достоверность погодных различий (p ≤ 0,05)*

В условиях относительного покоя архитектура дыхательного цикла (временные, амплитудные характеристики и расчетные коэффициенты) у большинства обследованных дошкольников характеризуется высокой вариативностью, что связано с наблюдаемыми индивидуальными особенностями дыхания испытуемых. У дошкольников 5-7 лет, посещающих детский сад не было значительных отличий от возрастных стандартов ( $M \pm 0,67\sigma$ ) по показателям физического развития (табл. 1) и величинам функциональных показателей системы дыхания. При исследовании возрастной динамики функции внешнего дыхания у детей выявлены некоторые изменения легочных объемов и емкостей (табл. 2): показатели вентиляции (ЧД, ОД, МОД) в 7 лет составляют 91% - 103,5% от уровня 5-ти лет.

Отмечены возрастные различия между группами 5 и 7-летних в динамике показателей относительных величин минутного объема дыхания на единицу массы

тела ( в 7 лет МОД л/мин/кг равен  $0,26 \pm 0,01$ , в 5 лет –  $0,38 \pm 0,04$ , разница составляет 68,5%) и площади поверхности тела (в 5 лет МОД/S равна  $9,34 \pm 0,86$  л/мин/кв.м, в 7 лет –  $7,01 \pm 0,33$ , или 75,0% от уровня 5 лет).

В результате проведенного исследования выявлено увеличение ЖЕЛ прямо пропорционально возрасту детей: к 6 годам увеличение составило 12,1%, к 7 годам увеличивается на 25,3%.

Выявленные различия объясняются анатомо-физиологическими особенностями развивающегося организма и согласуются с данными А.З. Колчинской [4, 5]. С 5 до 7 лет объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>) увеличивается на 0,51 л (девочек на 0,46 л, у мальчиков на 0,56 л), что указывает на увеличение силы дыхательных мышц и уменьшение с возрастом бронхиального сопротивления. Не смотря на значительный (166%) прирост показателя, по сравнению с должными величинами, /по Р.Ф. Клементу (1996)/, фактические показатели ОФВ<sub>1</sub> оказались сниженными до 79-96%. Согласно градации, разработанной данным автором, такие значения ОФВ<sub>1</sub> можно характеризовать как норму, условную норму и очень легкие отклонения. Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) к 7 годам увеличивается на 68,8% относительно 5-летних детей (с  $0,77 \pm 0,06$  л в 5 лет до  $1,3 \pm 0,06$  л в 7 лет).

Фактические величины индекса Тиффно, характеризующего состояние бронхиальной проходимости, у обследованных дошкольников 5 – 7 лет практически не изменились (82,6% - 87,9%) и колебались в пределах 78,7-94,2% от должных. Что должно свидетельствовать о небольших нарушении проходимости дыхательных путей.

Показатель ФЖЕЛ-ЖЕЛ у 5-ти летних детей был отрицательным во всех группах (средняя для возраста –  $0,19 \pm 0,11$ л). Это свидетельствует об умеренно выраженных обструктивных изменениях дыхательных путей. У детей 6-ти лет этот показатель имеет отрицательное значение у 37% детей и положительное значение у 63%. Показатель ФЖЕЛ-ЖЕЛ у детей 7 лет ( $0,3 \pm 0,06$  л) оказался положительным практически у всех обследованных. Это характеризует, в целом, отсутствие обструктивных изменений дыхательных путей у обследованных мальчиков и девочек данного возраста. Максимальные и резервные возможности системы дыхания у 7-и летних детей достоверно выше, чем у 5-и летних (МВЛ на 27,2% и РД на 51,2% соответственно).

О проходимости центральных дыхательных путей можно судить по значениям ПОС, МОС<sub>25</sub>. ПОС увеличилась у девочек 5-7 лет с  $1,68 \pm 0,16$  до  $2,59 \pm 0,18$  л·с, у мальчиков с  $1,62 \pm 0,12$  до  $2,70 \pm 0,14$  л·с. К 7-летнему возрасту в среднем отмечается значительный прирост ПОС (на 60%). Это объясняется тем, что в данный возрастной период процесс расширения бронхиального дерева преобладает над удлинением, уменьшается сопротивление дыхательных путей и повышается их проходимость. МОС<sub>25</sub> возрастает с 5 до 7 лет на 56,7%. Фактические значения этого показателя в 7 лет на 26-27% ниже должных величин, что можно расценивать как условную норму и очень легкое снижение показателей. МОС<sub>50</sub> и МОС<sub>75</sub>, характеризующие проходимость периферических дыхательных путей, изменяются, подчиняясь тем же закономерностям. Средние значения по группе значительно увеличиваются к 6 годам (на 67,9% МОС<sub>50</sub> и 63,1% МОС<sub>75</sub>). Дальнейшее возрастание величины показателей к 7 годам не достоверно.

Таблица 3

Показатели вентиляционной функции легких, биомеханических параметров дыхания и бронхиальной проходимости у мальчиков и девочек 5-7 лет в покое и при физической нагрузке ( $M \pm m$ )

Возраст, лет	пол	ПОКАЗАТЕЛИ									
		ОД, л		МОД, л*мин		ЖЕЛ, л		МВЛ, л*мин		РД, л*мин	
		по- кой	нагр узка	по- кой	нагр узка	по- кой	нагр узка	по- кой	нагр узка	по- кой	нагру зка
5	Д	0,27 ±0,03	0,22 ±0,01	6,45 ±0,45	6,1 ±0,55	1,09 ±0,13	0,87 ±0,08	20,04 ±2,34	22,49 ±2,75	13,49 ±2,29	16,43 ±3,16
	М	0,3 ±0,05	0,22 ±0,02	7,83 ±1,19	6,09 ±0,47	1,19 ±0,13	0,82 ±0,08	25,71 ±1,75	22,13 ±2,18	17,59 ±2,00	16,05 ±2,31
6	Д	0,27 ±0,05	0,258 ±0,02	6,87 ±0,98	6,2 ±0,4	0,97 0,03	1,20 ±0,11	25,22 ±4,9	21,15 ±2,19	18,09 ±3,79	14,73 ±2,11
	М	0,3 ±0,03	0,3 ±0,06	7,36 ±0,54	7,91 ±1,19	1,4 ±0,2	1,75 ±0,47	38,07 ±8,16	38,56 ±15,8	30,84 ±7,78	30,50 ±14,5
7	Д	0,3 ±0,02	0,3 ±0,03	6,76 ±0,46	8,0 ±0,82	1,5 ±0,09	1,4 ±0,13	28,6 ±2,96	35,9 ±3,28	24,10 ±2,80	27,5 ±2,20
	М	0,29 ±0,02	0,3 ±0,03	6,82 ±0,43	7,4 ±0,33	1,34 ±0,05	1,4 ±0,04	32,18 ±2,12	25,1 ±2,42	25,25 ±1,98	17,9 ±1,93

Таблица 4

Показатели биомеханических параметров дыхания и бронхиальной проходимости у мальчиков и девочек 5-7 лет в покое и при физической нагрузке ( $M \pm m$ )

Возраст, лет	пол	ПОКАЗАТЕЛИ											
		ОФВ1, л/с		Тиффно, %		ПОС, л/с		МОС25, л/с		МОС50, л/с		МОС75, л/с	
		покой	нагрузка	покой	нагрузка	покой	нагрузка	покой	нагрузка	покой	нагрузка	покой	нагрузка
5	Д	0,81 ±0,07	0,84 ±0,06	85,76 ±6,78	87,83 ±5,91	1,68 ±0,16	1,66 ±0,1	1,6 ±0,16	1,57 ±0,11	1,42 ±0,14	1,48 ±0,1	0,9 ±0,09	1,0 ±0,07
	М	0,72 ±0,05	0,75 ±0,06	78,75 ±8,53	84,99 ±6,03	1,62 ±0,12	1,62 ±0,16	1,59 ±0,12	1,55 ±0,15	1,19 ±0,09	1,37 ±0,15	0,81 ±0,07	0,92 ±0,12
6	Д	1,04 ±0,04	1,05 ±0,08	85,35 ±11,61	95,77 ±4,22	2,15 ±0,26	2,23 ±0,39	1,92 ±0,24	1,96 ±0,33	1,97 ±0,3	2,00 ±0,32	1,49 ±0,25	1,38 ±0,21
	М	1,18 ±0,06	1,39 ±0,21	94,25 ±2,35	93,12 ±3,18	2,45 ±0,14	2,99 ±0,46	2,33 ±0,15	2,7 ±0,42	2,21 ±0,13	2,7 ±0,44	1,48 ±0,1	1,78 ±0,27
7	Д	1,27 ±0,07	1,2 ±0,11	84,1 ±3,02	85,7 ±6,28	2,59 ±0,18	2,2 ±0,19	2,38 ±0,16	1,7 ±0,25	2,26 ±0,17	2,1 ±0,22	1,36 ±0,11	1,5 ±0,19
	М	1,28 ±0,05	1,2 ±0,04	91,21 ±2,02	91,5 ±2,87	2,7 ±0,14	2,2 ±0,16	2,61 ±0,14	2,1 ±0,14	2,28 ±0,12	1,8 ±0,13	1,45 ±0,09	1,1 ±0,14

Минутный объем дыхания соответствует возрастным изменениям, но у мальчиков он несколько выше, чем у девочек (на 21% в 5 лет, на 7% в возрасте 6 лет и на 0,9% в возрасте 7 лет; табл. 3). Половые различия характерны также для показателя ЖЕЛ - ЖЕЛ 5-летних девочек равна  $1,09 \pm 0,13$  л, 5-летних мальчиков –  $1,19 \pm 0,13$  л, достигая к 7 годам величин  $1,5 \pm 0,09$  и  $1,35 \pm 0,05$  л соответственно. ЖЕЛ у мальчиков выше по сравнению с девочками в возрасте 5 и 6 лет. Так же имеются различия по показателям максимальных и резервных возможностей легких (МВЛ и РД): у мальчиков они выше, чем у девочек (на 28,5-30,3% в 5 лет, на 82,3-70,1% в 6 лет и на 12,5-4,8% в 7 лет). Величины индекса Тиффно у обследованных детей колебались от должных в пределах 78,7-94,2%, без выраженной возрастной и половой зависимости.  $ОФВ_1$  увеличивается у девочек на 0,23л от 5 к 6 годам и от 6 к 7 годам, у мальчиков показатель возрастает на 0,46л к 6 годам и на 0,1 л от 6 к 7 годам. ФЖЕЛ у девочек 5 лет составляет  $0,80 \pm 0,09$  л, достигая к 7 годам значения  $1,4 \pm 0,1$  л. У мальчиков ФЖЕЛ также увеличивается с возрастом – от  $0,74 \pm 0,06$  л в 5 лет до  $1,3 \pm 0,04$  л у 7-летних. Половые различия сохраняются во всех возрастных группах.

ПОС увеличилась у девочек 5-7 лет на 54,2%, у мальчиков на 66,7%.  $МОС_{25}$  возрастает с 5 до 7 лет у девочек на 0,78 л/с, у мальчиков на 1,02 л/с.

Известно, что перемещение воздушного потока в процессе дыхания сопряжено с немалой затратой энергии дыхательной мускулатурой. На вдохе приходится преодолевать эластическое сопротивление легких и тканей грудной клетки, эластическое сопротивление перемещающихся при дыхании органов грудной и брюшной полости, а также сопротивление трахеобронхиального дерева.

Поскольку мышечная деятельность является наиболее сильным естественным стимулом дыхания динамике показателей вентиляции после легкой физической нагрузки испытуемых мы придавали важное значение. Импульсы, поступающие из сенсомоторной коры к работающим мышцам, одновременно оказывают прямое влияние на дыхательный центр через кортико-бульбарные пути. Кроме того, дыхание стимулируется афферентной импульсацией, поступающей из проприорецепторов работающих мышц. Как только включается мышечная нагрузка, учащается и углубляется дыхание. При этом увеличивается вариативность показателей вентиляции, что, видимо, связано с различной индивидуальной чувствительностью хеморецепторов и дыхательного центра к гуморальным факторам регуляции дыхания, а также различной интенсивностью обменных процессов у детей одного календарного возраста.

Как известно, при нагрузке вентиляция легких должна повышаться, причем наиболее благоприятным считается увеличение МОД за счет одновременного учащения дыхания и его углубления. В нашем обследовании у детей 5 лет имеет место только увеличение ЧД, тогда как ОД практически не изменился или даже снизился. У детей 6 лет выявлены незначительные изменения легочных объемов: минутный объем дыхания (МОД) растет на 6,6% преимущественно за счет увеличения частоты дыхания (ЧД) на 14,5% от уровня покоя (дыхательный объем при этом не меняется). Динамика показателей вентиляции у детей 7 лет после нагрузки имеет несколько иной рисунок – среднее значение МОД повышается на 12,5%, имеет место увеличение ЧД на 20,4% и ОД на 7,7% от уровня покоя. Механизм реакции респираторной системы на нагрузку у детей 5-6 лет является неэффективным, так как при возрастании МОД в основном за счет учащения дыхания

снижается альвеолярная вентиляция. У детей 7 лет повышение вентиляции при нагрузке более экономично. С другой стороны, МОД является управляющим параметром экономичности внешнего дыхания не только в покое, но и при физической нагрузке. Меньший прирост МОД при физической работе повышает физическую работоспособность благодаря уменьшению ее энергетической стоимости. Снижение МОД в покое и при физической деятельности - взаимодействующее звено единого процесса повышения экономичности внешнего дыхания.

Продолжительность вдоха и выдоха при физической нагрузке у детей 5 - 7 лет снижается, их соотношение в старшем возрасте становится более стабильным (КВ в покое 28,5% и при нагрузке 30,8% в 5 лет и 22,6% в покое и 19,9% при нагрузке у детей 7 лет). Это определяется возрастной особенностью обследуемых детей – продолжительность дыхательного цикла у детей периода первого детства характеризуется выраженной нестабильностью, связанной с различной индивидуальной чувствительностью регуляторных механизмов к гуморальным факторам регуляции дыхания внутри одной возрастной группы.

Высокозначимым критерием адаптации к нагрузкам, влияющим на функциональную дееспособность дыхательных мышц, растяжимость системы «легкие – грудная клетка», проходимость дыхательных путей, являются показатели жизненной емкости легких (ЖЕЛ), максимальной вентиляции легких (МВЛ) и резервных возможностей системы дыхания (РД). Анализ биомеханических свойств легких у обследуемых детей 5-7 лет, показал, что приспособленность вентиляционной системы к воздействию данной нагрузки стабильна. Небольшое повышение ЖЕЛ на выдохе и снижение ЖЕЛ на вдохе свидетельствует об активации мышц, участвующих в активном выдохе и лучшей альвеолярной вентиляции при выполнении данной нагрузки. Эти данные свидетельствуют о соответствии предложенной нагрузки детям этого возраста и их положительным адаптивным возможностям к ней.

ОФВ<sub>1</sub>, как и показатель пробы Тиффно, у обследованных детей 5 лет при нагрузке практически не изменился, В 6 лет жизненная емкость легких (ЖЕЛ) составляет 122,8%, а объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>) имеет значение 108,5% к величине покоя. Величина такого показателя, как индекс Тиффно, характеризующего в первую очередь состояние бронхиальной проходимости, имеет значение от 86% в покое до 94,1% при нагрузке. В 7 лет ЖЕЛ имеет 0% прироста, ОФВ<sub>1</sub> снижается на 5%, а значение индекса Тиффно возрастает на 1,5%.

У всех обследуемых детей наблюдается относительно благоприятная динамика МВЛ после выполненной нагрузки: в 5 лет 98,8%, в 6 лет 106,8% и в 7 лет 102,4% от уровня покоя. Если тестирование МВЛ в первые 60 секунд восстановительного периода выявляет, что ее величина не изменилась, или снизилась, но не достигает нулевой величины, то выполняемая нагрузка является относительно адекватной. При этом РД также может несколько снижаться. Подобные изменения со стороны респираторной системы мы наблюдаем у обследуемых 5-летних детей. У обследуемых 6-7 летних детей реакция на данную нагрузку благоприятная, адаптация к ней происходит без дополнительных напряжений со стороны системы внешнего дыхания, без признаков утомления дыхательной мускулатуры.

В 5 лет при нагрузке объемные скорости выдоха на уровне средних и малых бронхов (МОС50-75) выросли на 8.3 – 12,8% от уровня покоя. В 6 лет пиковая

скорость выдоха (ПОС) составляет 107,1%, максимальные объемные скорости потока кривой в точках, соответствующих 25%(МОС25%), 50%(МОС50%), 75%(МОС75%) от ФЖЕЛ равны 102,1%, 110,9% и 117,1% соответственно от уровня покоя. У детей 7 лет объемные скорости выдоха на уровне крупных, средних и малых бронхов (МОС25-75) уменьшились (до 79 – 88% уровня покоя). Объем пиковой скорости (ОПОС) увеличился после нагрузки на 20,5%. В ходе оценки скоростных показателей кривой поток-объем у детей 5-7 лет значения находятся в границе должных величин.

Таким образом, все показатели имеют значения в пределах нормы или условной нормы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хорошо известно, что статические и динамические объемы легких с возрастом детей увеличиваются. Это увеличение обеспечивается большей растяжимостью легких с увеличением возраста и способностью мышц производить максимальное изменение объема грудной клетки. Периоды максимального прироста этих показателей отмечаются между 5 и 7 годами, т.е. в возрасте 6 лет в связи с преобладанием процесса расширения воздухоносных путей над их удлинением, интенсивно снижается бронхиальное сопротивление, увеличиваются скорости дыхания, и, соответственно, динамические объемы легких. В условиях покоя и дыхания атмосферным воздухом функциональные показатели обследованных детей соответствуют возрастным нормативам.

Однако резерв дыхания после выполнения теста МВЛ у этих детей входит в градицию высоких значений. Данный факт при обследовании системы внешнего дыхания не считается признаком проявления какого-либо заболевания, связанного с функцией дыхания, а является индивидуальной реакцией ребенка на предъявленную ему нагрузку, таким образом у него происходят процессы нагрузочной адаптации.

То есть в данном случае активность вегетативных систем, к ним относится и система дыхания, изменяется таким образом, чтобы создать наилучшие условия снабжения работающих мышц энергией и свести к минимуму отрицательные сдвиги во внутренней среде организма, которые могут возникнуть вследствие обменных процессов в мышцах.

Такая вариативность адаптивных возможностей системы дыхания у детей 6-7 лет также может быть связана с тем, что этот возраст является началом полуростового скачка, в течение которого появляются типы мышечных волокон уже близкие ко взрослому варианту, хотя их соотношение еще является «детским», да и функциональные возможности вегетативных систем еще недостаточно велики [1].

Для обследованных детей характерна значительная индивидуальная вариативность легочных объемов и емкостей и некоторое не достоверное превалирование их значений у мальчиков по сравнению с девочками, особенно в возрасте 6-7 лет. Это может быть связано с относительно большей величиной показателей физической активности у обследованных мальчиков по сравнению с девочками. Выявленные соотношения в уровнях развития вентиляционной функции легких и физического развития, являются закономерными и определяются гетерохронно-



стью и неравномерностью созревания каждой из изученных систем. Вентиляция у детей 5-6 лет при нагрузке обеспечивается исключительно за счет повышения частоты дыхания, у детей 7 лет, кроме этого, в небольшой степени подключается повышение дыхательного объема.

Низкие значения показателей проходимости мелких бронхов указывают на функциональные нарушения и формирование бронхиальной патологии у детей. Наиболее тесные корреляционные связи показатели проходимости бронхов разного калибра имеют с величиной ЖЕЛ: коэффициент корреляции  $r$  составляет 0,96 - 0,99.

У обследованных детей средние показатели биомеханической функции легких (ОФВ<sub>1</sub>, индекс Тиффно) выше у мальчиков, чем у девочек. При этом абсолютные и должные величины показателей проходимости крупных бронхов (ПОС, МОС<sub>25</sub>) также отличаются по полу, особенно у детей 6-7 лет. Значения показателей проходимости бронхов среднего и мелкого калибра (МОС<sub>50</sub>, МОС<sub>75</sub>) практически не имеют половых различий. Именно на уровне бронхов среднего и, особенно, мелкого калибра происходит формирование функциональных нарушений проходимости дыхательных путей.

## ВЫВОДЫ

1. Для обследованных детей 5-7 лет характерна значительная индивидуальная вариабельность легочных объемов и емкостей. Отмечается некоторое не достоверное превалирование их значений у мальчиков по сравнению с девочками в возрасте 6-7 лет.

2. У обследованных «здоровых» детей 5-7 лет абсолютные и должные величины показателей проходимости средних и мелких бронхов фактически не имеют половых различий. Формирование функциональных нарушений проходимости дыхательных путей происходит на уровне бронхов среднего и, особенно, мелкого калибра.

Значения проходимости бронхов крупного размера имеют не только возрастные, но и половые отличия.

3. Реакция на физическую нагрузку у детей периода первого детства благоприятная. Продолжительность дыхательного цикла у детей этого возраста характеризуется выраженной нестабильностью, но соотношение вдоха и выдоха становится более устойчивым, что связано с различной индивидуальной чувствительностью регуляторных механизмов к гуморальным факторам регуляции дыхания внутри одной возрастной группы. Скоростные показатели кривой поток-объем у детей 5-7 лет находятся в границе должных величин. Это говорит о том, что адаптация к физической нагрузке происходит без дополнительных напряжений со стороны системы внешнего дыхания, без признаков утомления дыхательной мускулатуры, хотя и с некоторым снижением проходимости дыхательных путей у детей 7 лет.

4. В оценке уровней развития вентиляционной функции легких и физического развития важно учитывать влияние факторов среды и наследственности, особенно у детей, выходящих за пределы среднего уровня физического развития. Применение разработанных оценочных таблиц может способствовать выявлению характе-

ра и степени отклонений в функциональном развитии системы дыхания и физического развития, определять пути и методы их коррекции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М., Академа, 2007. – 416 с.
2. Бурханов А.И., Хорошева Т.А. Состояние здоровья учащихся младших классов лицея искусств // Гигиена и санитария. – 1999. – №3. – С. 42-45.
3. Кабилова Е.И. Функция внешнего дыхания и состояние здоровья детей старшего дошкольного возраста // Гигиенич. и медико-биол. аспекты здоровья населения: Сб. науч. трудов. – Л., 1989. – С.46-49.
4. Колчинская А.З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка. – Киев: Наукова думка, 1973. – 320 с.
5. Колчинская А.З. Использование ступенчатой адаптации к гипоксии в медицине // Вестн. Росс. Акад. Наук. – 1987. – №5. – С. 12-19.
6. Кузнецова Т.Д. Развитие дыхательной функции легких /Физиология развития ребенка. – М.: Педагогика, 1983. – С. 115-133.
7. Кузнецова Т.Д. Возрастные особенности дыхания детей и подростков. – М.: Медицина, 1986. – 128 с.
8. Кузнецова Т.Д., Соколов Е.В. Характеристика дыхательной системы/Физиология подростка. – М.: Педагогика, 1988. – С. 94-108.
9. Самбунова И.П. Возрастная динамика и адаптационные реакции системы дыхания девочек в подростковом возрасте: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М., 1992.
10. Соколов Е.В. Возрастные особенности регионарных функций легких у детей и подростков (вентиляция и кровоток): Дис. ... канд. биол. наук. – М., 1989. – 198 с.
11. Соколов Е.В.Функциональное развитие системы дыхания и характеристика биомеханических факторов дыхания у здоровых детей //Альманах «Новые исследования». – 2002. – №.1. – С. 86-94.
12. Соколов Е.В. Возрастное развитие системы дыхания и особенности ее резервных возможностей // Физиология развития ребенка. - Изд-во ...2010.-гл.10.-с.
13. Соколов Е.В., Кузнецова Т.Д., Самбунова И.П. . Возрастное развитие резервных и адаптивных возможностей системы дыхания // Физиология развития ребенка. – Изд-во: От А до Я.-2000.-гл.10. – С. 167-185.
14. Sarpong S.B. , Corey J.P. Assessment of the indoor environment in respiratory allergy // Ear Nose Throat J; 1998, Dec.– Vol 77. – P. 960-4.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК КРОВИ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ - ПЕРВОКУРСНИКОВ.

О.И. Анфиногенова<sup>1</sup>, А.Ю. Трунова  
ФГАОУ ВПО

«Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь

Результаты исследования демонстрируют увеличение общего количества лейкоцитов, а также палочкоядерных нейтрофилов, моноцитов у студентов, обучающихся на первом курсе в осенний период обучения. В картине распределения сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов наблюдалось достоверное увеличение весной. Средние цитохимические коэффициенты активности лизосомальных катионных белков и миелопероксидазы входили в пределы референсных величин. Тем не менее, полученные результаты цитохимии гранулоцитов демонстрируют преобладание активности ферментов в гранулах клеток у студентов-первокурсников в осеннее время года.

**Ключевые слова:** лейкоциты, лизосомально-катионные белки, миелопероксидаза, адаптация, студенты.

**Functional activity of immunocompetent cells in peripheral blood first - year student.** Results of the study show an increase in the total number of white blood cells, as well as stab neutrophils, monocytes, the students enrolled in the first year of training in the fall. In the distribution pattern of segmented neutrophils and lymphocytes, there was a significant increase in the spring. Mean activity coefficients cytochemical lysosomal cationic protein and myeloperoxidase fall within refensnyh values. However, the results demonstrate the predominance of granulocytes Cytochemistry enzyme activity in granules of cells in first-year students in the fall season.

**Key words:** white blood cells, lysosomal-cationic protein, myeloperoxidase, adaptation, students.

Здоровье молодежи является одним из самых точных индикаторов состояния здоровья населения, в целом определяющих благополучие общества [3].

Начало обучения в ВУЗе у большинства абитуриентов является периодом формирования адаптационно-компенсаторных механизмов функциональных систем к новым условиям. Адаптация к комплексу новых факторов, специфичных для высшей школы, представляет собой сложный процесс, сопровождающийся значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем организма, перенапряжение которых приводит к повышению заболеваемости студентов, снижению эффективности обучения. [1]. Кроме того, первые месяцы обучения являются началом формирования приспособительных реакций к условиям университета и в зависимости от индивидуальных особенностей организма. Условия обучения в университете могут вызывать реакции благоприятные, тренирующие

---

Контакты: <sup>1</sup> Анфиногенова О.И. E-mail: <zaxana@bk.ru>

организм, либо неблагоприятные, приводящие к снижению устойчивости организма [2,5].

Одним из наиболее чувствительных индикаторов многих происходящих в организме событий является система крови. Исследование клеток крови представляет интерес, поскольку ни в одной другой ткани состояние клеточной поверхности не ответственно в такой степени за развертывание ряда явлений, происходящих в организме, как в норме, так и при патологических состояниях. Важным источником информации о состоянии адаптационных резервов организма являются исследования клеток крови и иммунной системы [4]. Начальные признаки нарушения структуры и функций клеток, участвующих в иммунной защите организма могут служить хорошим маркером развития преморбидных состояний и инструментом донозологической диагностики [2].

Целью исследования явилось изучение количественных, морфометрических характеристик клеток лейкоцитарного пула периферической крови и функциональной активности иммунной системы у студентов 1 курса при адаптации к новым условиям жизнедеятельности в течение первого года обучения в университете.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В течение учебного года в рамках программы «Паспорт здоровья студентов» нами было обследовано 24 студента первого курса ГОУ ВПО «Ставропольский государственный университет». В группу обследованных были отобраны иногородние студенты. Из них 10 девушек и 14 юношей, в возрасте 17 лет. Критерием отбора в группу обследованных явилось изменение количества лейкоцитов в сторону увеличения. Количественное определение показателей гемограммы проводили на автоматизированном гематологическом анализаторе MEDONIK M-SERIES. Морфометрические показатели клеток крови изучали с помощью аппаратно-программного комплекса «МЕКОС-Ц2». Цитохимическое исследование нейтрофилов включало в себя определение в клетках неферментных катионных белков по методу М.Г. Шубича с бромфеноловым синим и определение активности миелопероксидазы методом Грэхема-Кнолля с бензидиновым реактивом с расчетом среднего цитохимического коэффициента.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В ходе работы результаты исследования показали, что общее количество лейкоцитов в разное время обучения (октябрь -  $8,3 \pm 0,5$  и март -  $7,5 \pm 1,2$  соответственно) входило в референтные пределы, тем не менее, наблюдалась тенденция к увеличению данного показателя в осенний период обучения. В отношении процентного состава гранулоцитов к агранулоцитам достоверных различий не выявлено, но отмечалось увеличение лимфоцитов (LYM, %) в осенний период (октябрь –  $35,5 \pm 2,9$ ; март –  $31,2 \pm 0,9$  соответственно) и наоборот увеличение гранулоцитов (GRA, %) весной (октябрь –  $57,4 \pm 3,06$ ; март –  $58,9 \pm 1,7$  соответственно).

Анализ лейкоцитарной формулы показал, что у студентов-первокурсников палочкоядерные нейтрофилы (октябрь –  $4,3 \pm 0,49$ ; март –  $2,5 \pm 0,21$  соответственно), моноциты (октябрь –  $6,0 \pm 0,78$ ; март –  $2,6 \pm 0,43$  соответственно) были досто-

верно увеличены в осенний период. Что касается сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов, то они имели тенденцию к увеличению весной в отличие от осенних результатов (Рис. 1.).

Возможно, такая динамика перераспределения лейкоцитарных пулов связана с адаптационными возможностями организма к новым условиям обитания. Так как известно, что в связи со сменой климата процесс адаптации организма сопровождается изменением количества лейкоцитов, сдвигами в лейкоцитарной формуле [1].

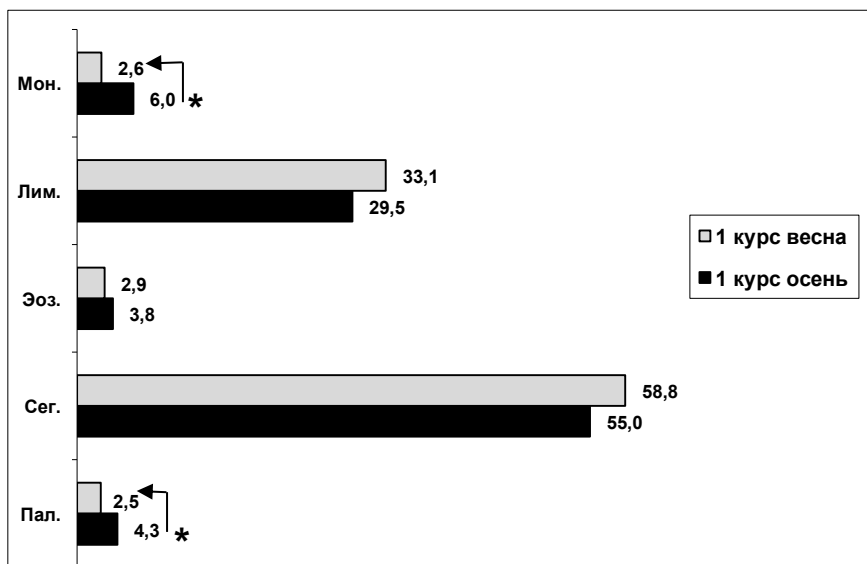


Рис. 1. Показатели лейкоформулы студентов-первокурсников в осенне-весенний период обучения (\* -  $P < 0,05$ ).

Оценка данных, полученных при цитоморфометрии клеток, показала, что размеры гранулоцитов: площадь, средний диаметр, фактор формы, а также количество сегментов ядра, ядерно-клеточное и ядерно-цитоплазматическое отношение были достоверно ниже в группе студентов 1 курса в осеннее время года (Табл. 1). Такое сочетанное изменение геометрии гранулоцитов может свидетельствовать о морфофункциональном напряжении на клеточном уровне в первую стадию адаптации.

Поскольку нейтрофильные гранулоциты являются наиболее важными элементами неспецифической иммунной защиты и способны обезвреживать инородные тела, фагоцитируя и разрушая их своими лизосомальными и бактерицидными ферментами нам показалось целесообразным провести цитохимическое исследование гранулоцитов у студентов-первокурсников. Так, средние цитохимические коэффициенты активности лизосомальных катионных белков (октябрь – 2,2 ед., март – 1,8 ед.) и миелопероксидазы (октябрь – 2,23 ед., март – 1,94 ед. соответственно) входили в пределы референсных величин. Тем не менее, полученные результаты цитохимии гранулоцитов демонстрируют преобладание активности

ферментов в гранулах клеток у студентов-первокурсников в осеннее время года. Возможно, такая физиологическая «стресс-реакция» системы крови указывает на усиление компенсаторно-приспособительных возможностей, направленных на стабилизацию адаптационных резервов организма.

Таблица 1

*Сравнение цитоморфометрических показателей гранулоцитов (сегментоядерных нейтрофилов) студентов-первокурсников в осенне-весенний период обучения.*

	площадь клетки	средний диаметр	фактор формы	кол-во сегментов	я/к отно- шение	я/ц отно- шение
осенний период обучения	67,0±2,2	9,1±0,15	22,7±0,4	1,25±0,04	0,45±0,01	1,0±0,08
весенний период обучения	108,2±3,2 2	11,5±0,1 8	27,4±0,42	1,8±0,07	0,5±0,01	1,3±0,06
Р	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005

Благодаря определению количественных и качественных критериев была дана оценка эффективности функционирования иммунной реактивности организма в процессе адаптации к новым условиям жизнедеятельности. Таким образом, с помощью проведенного анализа получены данные, позволяющие характеризовать уровень напряжения клеток лейкоцитарного пула системы крови, участвующего в иммунной защите у студентов - первокурсников на первом году обучения в университете. Данный факт может свидетельствовать о «срочной» адаптации организма в новых условиях среды обитания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Т.И. Адаптация человека в различных экологических нишах Земли / Т.И. Алексеева. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 254 с.
2. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 234 с.
3. Волкова М.А. Здоровье студентов как параметр качества образовательного процесса // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2010. – № 3. – С. 70-78.
4. Захарченко М.П., Морозов В.Г. Применение методов оценки иммунного статуса в донозологической и гигиенической диагностике / М.П. Захарченко, В.Г. Морозов // Материалы научной конференции. – Самара, 1991. – С. 262-263.
5. Сорокина Л.В. Здоровье в контексте образа жизни современных подростков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2009. – № 9. – С. 311-319.

## ИЗМЕНЕНИЕ КЛЕТОЧНОГО СОСТАВА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ДЕТЕЙ С УЧЕТОМ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

О.И. Анфиногенова<sup>1</sup>, А.Ю. Трунова  
ФГАОУ ВПО

«Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь

*Рассмотрены особенности количественных показателей системы крови в «критические» периоды постнатального развития детей, постоянно проживающих в г. Ставрополе. Результаты исследований демонстрируют картину распределения показателей лейкоцитарного пула в сторону увеличения у детей первого года жизни. Количество эозинофилов, палочкоядерных нейтрофилов незначительно увеличено у детей одного года в сравнении с детьми 6 лет, а количество сегментоядерных нейтрофилов является преобладающим у детей шести лет в сравнении с детьми первого года жизни. Абсолютное содержание тромбоцитов достоверно выше у детей первого года жизни. Средний объем и показатель гетерогенности тромбоцитов напротив оказались достоверно высокими у детей шести лет. Также выявлены отличительные особенности показателей красной крови. Количество эритроцитов, гематокритная величина и концентрация гемоглобина достоверно преобладали в сторону увеличения у детей шести лет.*

**Ключевые слова:** критические периоды онтогенеза, постнатальное развитие, клетки периферической крови, морфометрическое исследование.

*The features of the quantitative indicators of the blood system in the "critical" periods of postnatal development of children residing in the city of Stavropol. The results of studies showing the distribution pattern of indicators leukocyte pool in the direction of increasing the children of the first year of life. Number of eosinophils, neutrophils slightly increased in children one year compared to children 6 years old and the number of segmented neutrophils is predominant in children six years compared with children of the first year of life. Absolute platelet count was significantly higher in infants. Average volume and rate heterogeneity of platelets were significantly higher in front of the children of six years. Also identify the distinctive features of red blood. Red blood cells, hematocrit value and hemoglobin concentration was significantly dominated upward in children six years.*

**Key words:** critical periods of ontogeny, postnatal development, the cells of the peripheral blood, morphometric study.

Проблема адаптации организма в «критические» периоды онтогенеза с давних пор привлекала внимание исследователей и в настоящее время остается одной из актуальных проблем биологии и медицины. Суть ее заключается в раскрытии механизмов, за счет которых растущий организм адаптируется в новых условиях среды, т. е. механизмов, лежащих в основе формирования положительных сторон

---

Контакты: <sup>1</sup> Анфиногенова О.И. E-mail: <zaxana@bk.ru>

адаптации, обеспечивающих организму преимущества в приспособлении к факторам окружающего мира, и отрицательных сторон, которые составляют так называемую «цену адаптации» [1].

На сегодняшний день не существует единой системы оценки функционального состояния организма детей, находящихся в «критических» периодах развития. Сложность создания этой системы усугубляется тем, что нужно учитывать региональные климатогеографические характеристики и национальное разнообразие территории, что позволит на ранних стадиях диагностировать возникновение и развитие донозологических состояний [2, 3].

Важным источником информации о состоянии адаптационных резервов организма являются исследования системы крови. Начальные признаки нарушения структуры и функции системы крови могут служить хорошим индикатором развития преморбидных состояний и инструментом донозологической диагностики [5]. Гемопоз, включаясь в реакцию адаптации, участвует в поддержании гомеостаза организма в изменившихся условиях жизнедеятельности и одновременно может служить маркером общего адаптационного процесса. В соответствии с вышесказанным, исследование морфофункциональных особенностей гемопоза у детей в разные периоды онтогенеза, представляет научно-практический интерес, что и определило цель настоящего исследования.

Целью настоящей работы явилось изучение количественных показателей системы крови в «критические» периоды постнатального развития (раннее, первое детство).

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В соответствии с поставленной целью нами выполнено комплексное исследование, охватывающее 65 детей в возрасте 1 год и 6 лет, постоянно проживающих в г. Ставрополе. Обследование проводилось на базе третьей детской муниципальной поликлиники в 2011 году в весенний период во время прохождения ежегодных медицинских осмотров детского населения. На момент обследования все обследованные нами дети согласно данных анамнеза были признаны практически здоровыми. Исследование проводилось с использованием автоматического анализатора ADVIA 60, предназначенный для проведения *in vitro* диагностических тестов образцов крови в лабораторных условиях. Измерение основных параметров в анализаторе основано на принципах импеданса и спектрофотометрии. Подсчет лейкоцитарной формулы проводили под микроскопом в окрашенных препаратах по Романовскому-Гимзе.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Как следует из результатов исследований, дети первого года жизни характеризуются статистически достоверно большим содержанием общего числа лейкоцитов ( $8,5 \pm 0,14 \times 10^9/\text{л}$ ) по сравнению с детьми шестилетнего возраста ( $7,5 \pm 0,13 \times 10^9/\text{л}$ ). Также количество лимфоцитов у детей раннего детства ( $66,6 \pm 0,73$ ) было достоверно выше в сравнении с группой детей первого детства ( $49,1 \pm 0,62$ ). Количество гранулоцитов у обследованных групп имело обратное распределение, т. е. в первой группе (дети одного года) процент гранулоцитов



было достоверно ниже ( $P < 0,001$ ) количества этих клеток у детей второй группы ( $24,8 \pm 0,58$  и  $41,7 \pm 0,64$  соответственно). Подобные изменения процентного соотношения клеток могут быть результатом быстрой мобилизации нейтрофилов из запасных пулов костного мозга ребенка в ответ на стресс при рождении и в ходе адаптационно-приспособительных реакций организма в первый год жизни. В этих условиях среди поступающих в систему циркуляции лейкоцитов многие оказываются незрелыми [4]. Таким образом, на фоне физиологического лейкоцитоза, который может продолжаться с момента рождения до одного года жизни, отмечается перераспределение содержания нейтрофилов и лимфоцитов. Число нейтрофилов прогрессивно уменьшается, а лимфоцитов увеличивается [5].

Количество эозинофилов ( $5,7 \pm 2,0$ ), палочкоядерных нейтрофилов ( $5,2 \pm 1,7$ ) незначительно увеличено у детей одного года в сравнении с детьми 6 лет ( $2,5 \pm 0,43$  и  $4,7 \pm 0,75$  соответственно), а количество сегментоядерных нейтрофилов было достоверно выше у детей шести лет ( $57,8 \pm 2,4$ ) ( $P < 0,001$ ) в сравнении с детьми первого года жизни ( $46,0 \pm 1,3$ ). Данные изменения в формуле связаны со снижением количества лимфоцитов в группе детей раннего детства. В литературе имеются сведения о том, что примерно в возрасте 5-6 лет происходит так называемый второй перекрест в содержании нейтрофилов и лимфоцитов (количество первых повышается, а вторых – снижается). В это время разворачивается четвертый критический период созревания иммунной системы, по ряду показателей она становится более зрелой. Таким образом, дети старше шести лет имеют то же процентное содержание лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов, что и взрослые.

В отношении моноцитов наблюдалась тенденция к достоверному увеличению их количества у детей первого детства ( $8,9 \pm 0,12$ ) ( $P < 0,001$ ),  $8,2 \pm 0,16$  соответственно. Такое распределение моноцитов может быть связано с тем, что на этапе раннего детства иммунная система проходит критический этап своего развития. Считается, что адаптивный иммунитет для данного возрастного периода связан преимущественно с миелоидными и лимфоидными клетками, что подтверждают полученные данные. В этом возрасте организм продолжает «встречаться» с новыми антигенами. Таким образом, лимфоциты как источник выработки рецепторов к чужеродным антигенам «принимают удар на себя», подавляя своим увеличением фагоциты периферической крови.

Показатели тромбоцитарного звена системы крови у практически здоровых детей 1 года и 6 лет, проживающих в г. Ставрополе находились в пределах референсных величин. При этом абсолютное содержание тромбоцитов было достоверно выше у детей первого года жизни ( $397,3 \pm 7,91$ ;  $315,0 \pm 4,73$ , соответственно). Средний объем и показатель гетерогенности тромбоцитов напротив оказались статистически достоверно высокими у детей шести лет (MPV -  $8,4 \pm 0,05$  и  $7,8 \pm 0,05$ ; PDW -  $14,1 \pm 0,11$  и  $13,3 \pm 0,12$  соответственно). Полученные данные свидетельствуют о том, что «критические» периоды онтогенеза, к которым относятся и раннее, и первое детство, сопровождаются возбуждением симпатно-адреналовой системы, что отражается в колебаниях показателей тромбоцитарного звена системы крови. Является очевидным, что функциональная нагрузка на тромбоциты в эти возрастные периоды не может не сказаться и на их морфофункциональной характеристике, поскольку, с одной стороны, снижается продолжительность их жизни, с другой – повышается их потребление в периферическом кровотоке.

Анализ абсолютного содержания эритроцитов (RBC), гематокрита (HCT) и концентрации гемоглобина (HGB) выявил, что они достоверно выше у детей-шестилеток (RBC –  $5,3 \pm 0,28$  и  $4,5 \pm 0,04$  ( $P < 0,02$ ); (HCT –  $40,2 \pm 0,20$  и  $34,3 \pm 0,24$  ( $P < 0,001$ ) и HGB –  $138,9 \pm 0,63$  и  $119,4 \pm 0,83$  ( $P < 0,001$ ) соответственно) в сравнении с детьми одного года, что совпадает с возрастными особенностями гемопоэза (Рис. 1).

Картина распределения эритроцитарных индексов, которые также находились в пределах референсных величин, была подтверждением выявленных выше тенденций – наибольшие величины исследуемых показателей были отмечены у детей шестилетнего возраста (MCV –  $79,9 \pm 0,22$ ; MCH –  $27,6 \pm 0,09$ ; MCHC –  $34,6 \pm 0,07$ ). Кроме того, выявленный факт подтверждался статистически значимыми различиями ( $P < 0,001$ ;  $P < 0,01$  и  $P < 0,01$  соответственно). Исключение составил показатель анизоцитоза, который не продемонстрировал статистически значимых различий и был несколько выше у детей первого года жизни ( $12,6 \pm 0,13$  и  $12,4 \pm 0,07$  соответственно). Повышение показателя распределения эритроцитов по объему говорит о увеличении разнообразия размеров красных клеток крови. Наиболее вероятная причина – присутствие нескольких популяций эритроцитов, что, возможно, связано с усиленным эритропоэзом у представителей раннего детства.

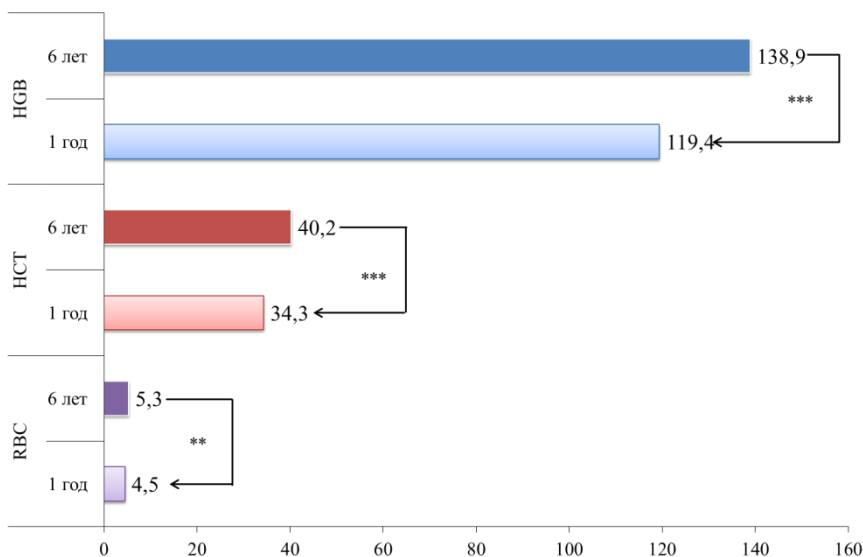


Рис. 1. Показатели эритроцитарного звена системы крови у практически здоровых детей 1 года и 6 лет. \*\*\* – достоверность различий при  $P < 0,001$ , \*\* – достоверность различий при  $P < 0,02$ .

Таким образом, изучение количественных показателей системы гемопоэза в «критические» периоды постнатального развития показало, что период раннего детства, с точки зрения адаптивных возможностей системы крови, является более уязвимым к воздействию повреждающих факторов внешней и внутренней среды, в сравнении с периодом первого детства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
2. Долгушин И.И., Бухарин О.В. Нейтрофилы и гомеостаз. – Екатеринбург: УРО РАН, 2001. – 277 с.
3. Казин Э.М., Блинова Н.Г. Комплексное лонгитудинальное исследование особенностей физического и психофизиологического развития учащихся на этапах детского, подросткового и юношеского периодов онтогенеза // Физиология человека. – 2003. – Т.29, №1. – С. 70-76.
4. Тузлуков И.И. Сравнительная оценка морфологических и иммунологических методик определения активности нейтрофилов // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. – 2004. – № 3-4. – С. 113-118.
5. Щедрина А.Г. Онтогенез и теория здоровья. Методологические аспекты. – Новосибирск, 2003. – 164 с.

# ЗДОРОВЬЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

## ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Т.М. Параничева<sup>1</sup>, Е.В. Тюрина  
ФГНУ «Институт возрастной физиологии»  
Российской академии образования, Москва

Объектом экспериментальных исследований были дети в возрасте 5-9 лет. В статье излагаются данные состояния здоровья мальчиков и девочек дошкольного и младшего школьного возраста. Приводятся данные коэффициента попарной встречаемости (сопутствия) разных видов патологии в нашей выборке. Установлены особенности негативных изменений здоровья детей от 5 к 9 годам.

**Ключевые слова:** дошкольный, младший школьный возраст, здоровье.

**Health dynamics in preschool children and children of younger school age.** The subjects of experiments were 5-9-year-old children. The article presents the data on the state of health of boys and girls of preschool and younger school age. The coefficient of pair cooccurrence of different types of disorders is given. There are found out characteristics of negative health changes in children from 5 to 9 years old.

**Key words:** preschool children, younger school age, health.

Неудовлетворительные показатели состояния здоровья детей являются актуальной проблемой современности. Неуклонное снижение числа практически здоровых детей, все возрастающий поток детей, страдающих хронической патологией и инвалидов, рассматривается многими исследователями сегодня как национальная трагедия России. В последнее десятилетие педиатры, гигиенисты, антропологи с большой тревогой отмечают особенно резкое ухудшение физического развития и других критериев здоровья, двигательной подготовленности [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Мониторинг состояния здоровья детей свидетельствует, что уже на дошкольном этапе численность практически здоровых детей не превышает 10%, у значительной части обследованных детей (70%) имеются множественные функциональные нарушения. При этом первое место занимают отклонения со стороны костно-мышечной системы (нарушения осанки, уплощение стопы, последствия перенесенного рахита). На втором ранговом месте находятся нарушения со стороны органов пищеварения (кариес, дискинезии желчевыводящих путей), диагностирующиеся более чем у половины детей. У многих дошкольников регистрируются отклонения со стороны системы кровообращения (систолический шум, нарушение сердечного ритма, тенденция к гипотонии), заболевания Лор-органов. Отмечены негативные тенденции роста распространенности нарушений нервно-психического здоровья, а также значительное возрастание аллергопатологии. Среди детей, посещающих детские дошкольные учреждения в возрасте до 7 лет, в

---

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

13,5% случаев выявляются отклонения в физическом развитии (дефицит массы тела или ее избыточность, низкорослость).

В целом, по данным НИИ педиатрии, 20% детей в возрасте 6-7 лет не готовы к обучению в школе, а 30-35% дошкольников имеют хронические заболевания [16].

Следовательно, сниженный исходный уровень здоровья детей 6-7 лет, приступающих к систематическому обучению в школе, существенно снижает возможности успешного получения образования

Проведенные нами углубленные исследования свидетельствуют, что реально состояние здоровья детей хуже, чем это регистрируют школьные документы. Причем, чем старше ребенок, тем менее достоверны сведения школьной медицинской документации.

Здоровье детей и подростков в любом обществе и при любых социально-экономических и политических ситуациях является актуальнейшей проблематикой и предметом первоочередной важности, так как оно определяет будущее страны, генофонд нации, научный и экономический потенциал общества и наряду с другими демографическими показателями является чутким барометром социально-экономического развития страны, показателем эффективности деятельности органов и учреждений здравоохранения и социальной сферы в целом [8, 9, 10].

Известно, что растущий организм ребенка в силу особенностей обмена, наличия критических периодов роста и развития особо чувствителен к воздействию факторов внешней среды, а также дефициту жизненно важных питательных веществ и микроэлементов [7, 8, 9].

Здоровье детского населения, с одной стороны, чувствительно к воздействиям, с другой достаточно инертно по своей природе: разрыв между воздействием и результатом может быть значительным, достигая нескольких лет, и, вероятно, нам сегодня известны лишь начальные проявления неблагоприятных популяционных сдвигов в здоровье детей и подростков и всего населения России.

Уже в дошкольном возрасте у значительной части детей (68%) возникают множественные нарушения функционального состояния, 17% детей приобретают хронические заболевания, и только один ребенок из трех остается здоровым [2,4, 5, 8, 11, 13, 14, 16]. Анализ показателей состояния здоровья дошкольников за последнее десятилетие выявил неблагоприятные тенденции: в 2,7 раза сократилась 1-я группа здоровья (с 15,6 до 5,7%), в тоже время в 2,3 раза возросла численность 3-й группы здоровья (с 11,8 до 26,9%). Большинство детей (60-70%) во всех возрастных группах имеют 3-4 морфофункциональных отклонения, только 10-20% детей – 1-2 отклонения. Вызывает тревогу рост числа детей, имеющих пять и более морфофункциональных отклонений [3, 4, 5, 15].

Ранговое распределение морфофункциональных отклонений выявило, что по-прежнему на первом месте находятся отклонения со стороны костно-мышечной системы (в основном за счет нарушений осанки, уплощения стопы, последствий перенесенного рахита). Нарушения осанки от начальных до значительных форм диагностируются у 55-70% детей дошкольного и младшего школьного возраста. По мнению авторов [17, 18, 19] в структуре морфофункциональных отклонений в течение всего дошкольного возраста нарушения осанки занимают второе и первое место. С возрастом отмечается неблагоприятная динамика нарушений костно-

мышечной системы у детей. По данным некоторых исследователей, в 71,2% случаев у московских детей и подростков состояние осанки в наши дни требует внимания медиков и в 44,1% - серьезной коррекции [5, 15, 19].

Изучение состояния здоровья младших школьников г. Нижнего Новгорода [14] выявило прогрессирующее ухудшение состояния здоровья учащихся с 1-го по 4-й класс: увеличение в 3 раза количества детей с хроническими заболеваниями (3 и 4 группы здоровья). В структуре заболеваемости лидируют болезни опорно-двигательного аппарата, частота которых за время обучения в начальной школе увеличивается в 1,5-2 раза, болезни органов пищеварения, болезни глаз (увеличение в 3 раза с 1 по 4 класс), болезни нервной системы, психические расстройства и расстройства поведения. У многих школьников выявлено сочетание нескольких заболеваний. За 4 года обучения в школе число здоровых детей (1 группа здоровья) снизилось на 15% [17, 18].

Для оценки состояния здоровья детей 5-9 лет необходимо выявить особенности возрастной динамики физического развития и психического здоровья детей дошкольного и младшего школьного возраста, что и составило цель настоящего исследования.

Очень важно своевременно выявить детей, имеющих отклонения в состоянии здоровья, которые еще не носят необратимый характер, но снижают физическую работоспособность, задерживают развитие организма. Этому способствует раннее обнаружение патологических состояний, систематическое наблюдение за больными детьми и детьми, подверженными факторам риска.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наблюдениями было охвачено 738 детей в возрасте 5-9 лет, из них 418 мальчиков и 320 девочек. По всем показателям статистически сравнивались между собой группы: 1) возрастные; 2) мальчики с девочками; 3) мальчики с девочками внутри каждой возрастной группы. Цифры (средние или проценты), где найдены значимые на двустороннем уровне  $p < .05$  различия между группами (столбцами таблицы), выделены с помощью подстрочных латинских букв в соответствии со стандартом, разработанным и рекомендуемым Американской Психологической Ассоциацией (APA) [Publication Manual of the American Psychological Association, 6<sup>th</sup> edition, 2009]. Согласно этому стандарту, если два значения не различаются значимо, они подписаны одной и той же подстрочной буквой, а если различаются, то подписаны разными буквами. Если значение подписано несколькими буквами, то это значит, что оно не отличается значимо от нескольких других значений, которые между собой различаются значимо. К примеру, значение, подписанное **a,c**, не отличается от значений, подписанных **a** и от значений, подписанных **c**, в то время как те между собой различаются, т.к. подписаны разными буквами. Сравнение средних в таблицах делалось *t*-критерием Стьюдента. Сравнение процентов в таблицах делалось *z*-критерием для долей.

Для оценки здоровья детей и подростков определяют наличие или отсутствие хронических заболеваний; уровень функционирования основных систем организма; степень сопротивляемости неблагоприятным воздействиям; уровень физического развития и степень его гармоничности.

В качестве основополагающих учитываются следующие критерии:

I критерий – наличие или отсутствие отклонений в раннем онтогенезе,  
II критерий – уровень физического развития и степень его гармоничности,  
III критерий – уровень нервно–психического развития,  
IV критерий – резистентность организма,  
V критерий – функциональное состояние органов и систем,  
VI критерий – наличие или отсутствие хронических болезней или врожденных пороков развития.

I критерий обуславливает здоровье, II–VI критерии характеризуют здоровье.

Комплексная оценка с определением группы здоровья проводится по совокупности перечисленных критериев. Группа здоровья дает более широкое представление о состоянии здоровья ребенка, чем диагноз. Эта группировка позволяет проводить сопоставительную оценку состояния здоровья различных контингентов, как на момент обследования, так и при динамическом контроле, для проверки эффективности проводимых профилактических и лечебных мероприятий. Очень важно своевременно выявить детей, имеющих отклонения в состоянии здоровья, которые еще не носят необратимый характер, но снижают физическую работоспособность, задерживают развитие организма. Этому способствует раннее обнаружение патологических состояний, систематическое наблюдение за больными детьми и детьми, подверженными факторам риска.

*Медицинская группа и группа здоровья*

Дети и подростки, отнесенные к разным медицинским группам, требуют дифференцированного подхода при занятиях физкультурой или лечебной физкультурой.

Существует три медицинские группы здоровья для школьников:

1. *Основная группа здоровья.* К этой группе здоровья относят детей имеющих хорошее состояние здоровья, соответствующие нормативом физического и психологического развития в соответствии с возрастной группой, а так же имеющие не сильно выраженные заболевания не влияющие на общее физическое развитие (например: небольшое избыточный вес, неосложнённые кожно-аллергические реакции и т.п.)

Ребятам, которых врач отнес к основной группе рекомендуется занятие физкультурой в пределах школьных нормативов, разрешается участие в различного рода соревнованиях и спортивных мероприятиях.

2. *Подготовительная медицинская группа.* К данной группе относят детей имеющих небольшое отставание в физическом развитии, обусловленное перенесённым заболеванием или имеющие хронические заболевания с частыми обострениями. Подготовительная группа детей занимается физкультурой на уровне основной группы, только без интенсивных нагрузок и с меньшими нормативами. Педагогу необходимо подобрать комплекс упражнений, который не ухудшит общее физическое состояние.

3. *Специальная медицинская группа.* К этой медицинской группе относятся дети, которым необходимы занятия физкультурой по специальной программе. Чаще всего данную группу детей учителя физкультуры оставляют сидящими на лавочке, то есть полностью освобождают от урока физкультуры. Хотя такие дети больше всех остальных нуждаются в физических упражнениях, только подобранных специально для них. Полное освобождение от физических нагрузок не приносит пользы их здоровью.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ показателей состояния здоровья детей выявил, что основная масса детей 5-9 лет относится к основной медицинской группе, однако, почти четверть детей по состоянию здоровья относится к подготовительной медицинской группе (табл. 1, 2).

Таблица 1

Распределение детей 5-9 лет по медицинской группе и группе здоровья

% от базы в столбцах		5 лет	6 лет	7 лет	8 лет	9 лет	Мал.	Дев.
Медицинская группа	основная	85.2 <sub>а</sub>	88.2 <sub>а,б</sub>	74.0 <sub>б,с</sub>	69.1 <sub>с</sub>	69.7 <sub>с,д</sub>	74.6 <sub>а</sub>	75.1 <sub>а</sub>
	подготовительная	14.8 <sub>а</sub>	11.8 <sub>а,б</sub>	26.0 <sub>б,с</sub>	30.9 <sub>с</sub>	30.3 <sub>с,д</sub>	25.4 <sub>а</sub>	24.9 <sub>а</sub>
	База	210	85	312	317	241	635	53.0
Группа здоровья	1-я	27.4 <sub>а</sub>	14.8 <sub>а</sub>	22.3 <sub>а</sub>	20.1 <sub>а</sub>	25.7 <sub>а</sub>	19.2 <sub>а</sub>	26.5 <sub>б</sub>
	2-я	66.2 <sub>а</sub>	76.5 <sub>а</sub>	68.5 <sub>а</sub>	73.2 <sub>а</sub>	66.4 <sub>а</sub>	72.8 <sub>а</sub>	66.1 <sub>б</sub>
	3-я	6.4 <sub>а</sub>	8.7 <sub>а</sub>	9.2 <sub>а</sub>	6.7 <sub>а</sub>	7.9 <sub>а</sub>	8.0 <sub>а</sub>	7.4 <sub>а</sub>
	База	219	115	336	358	241	691	578

*Примечание.* Здесь и далее: М – мальчики; Д – девочки

С увеличением возраста увеличивается число детей, переходящих из основной медицинской группы в подготовительную группу: процент детей в основной группе падает, а в подготовительной растет, что свидетельствует о возникающих отклонениях в здоровье. Различий по половому признаку у детей до 10-летнего возраста, входящих в основную и подготовительную группу не наблюдается.

Таблица 2

Возрастно-половое распределение мальчиков и девочек 5-9 лет по медицинской группе и группе здоровья

% от базы в столбцах		5 лет		6 лет		7 лет		8 лет		9 лет	
		Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.	Мал.	Дев.
Медицинская группа	основная	81.0 <sub>а</sub>	90.4 <sub>а</sub>	88.0 <sub>а</sub>	88.6 <sub>а</sub>	76.3 <sub>а</sub>	71.1 <sub>а</sub>	65.7 <sub>а</sub>	73.0 <sub>а</sub>	73.2 <sub>а</sub>	66.1 <sub>а</sub>
	подготовительная	19.0 <sub>а</sub>	9.6 <sub>а</sub>	12.0 <sub>а</sub>	11.4 <sub>а</sub>	23.7 <sub>а</sub>	28.9 <sub>а</sub>	34.3 <sub>а</sub>	27.0 <sub>а</sub>	26.8 <sub>а</sub>	33.9 <sub>а</sub>
	База	116	94	50	35	177	135	169	148	123	118
Группа здоровья	1-я	25.0 <sub>а</sub>	30.3 <sub>а</sub>	9.0 <sub>а</sub>	22.9 <sub>б</sub>	18.9 <sub>а</sub>	26.7 <sub>а</sub>	15.7 <sub>а</sub>	25.1 <sub>б</sub>	25.2 <sub>а</sub>	26.3 <sub>а</sub>
	2-я	65.8 <sub>а</sub>	66.7 <sub>а</sub>	83.6 <sub>а</sub>	66.7 <sub>б</sub>	72.1 <sub>а</sub>	63.7 <sub>а</sub>	77.5 <sub>а</sub>	68.3 <sub>б</sub>	67.5 <sub>а</sub>	65.3 <sub>а</sub>
	3-я	9.2 <sub>а</sub>	3.0 <sub>а</sub>	7.5 <sub>а</sub>	10.4 <sub>а</sub>	8.9 <sub>а</sub>	9.6 <sub>а</sub>	6.8 <sub>а</sub>	6.6 <sub>а</sub>	7.3 <sub>а</sub>	8.5 <sub>а</sub>
	База	120	99	67	48	190	146	191	167	123	118



Согласно полученным данным дети 5-9 лет распределились по группам здоровья следующим образом: I группа – 22,6%; II группа – 69,6%; III группа – 7,8%, что согласуется с данными доклада О состоянии здоровья детей в Российской Федерации (по итогам Всероссийской диспансеризации 2002 г.)», из которого следует, что 32,1% детей признаны здоровыми (I группа здоровья), 51,7% имеют функциональные отклонения (II группа здоровья), 16,2% - хронические заболевания (III-IV-V группы здоровья).

Значимых возрастных различий по доле соотношению 1 - й, 2 - й и 3 - й групп здоровья нет. Очевидно, что медицинская группа стабильно, но несильно коррелирует с числом нозологий, диагностированных у ребенка: корреляция tau-с Кендалла колеблется в разных возрастах от 0,24 до 0,33. Группа здоровья вдвое сильнее коррелирует с упомянутым числом нозологий у 5-летних и 9-летних ( $\tau\text{-}c \approx 0,50$ ), чем у 7-8-летних ( $\tau\text{-}c \approx 0,25$ ). Все корреляции высокозначимы ( $p < 0,001$ ).

Распределение детей по группам здоровья в зависимости от пола выявило, что среди детей первой группы здоровья до 10-летнего возраста преобладают девочки, среди детей второй группы преобладают мальчики, но различия по полу не достоверны. У детей третьей группы здоровья до 10-летнего возраста нет значимых различий по половому признаку.

*Нозология (хроническая патология)*

Рейтинговое распределение указанной в медицинских картах патологии дает представление о преобладании тех или иных отклонений в состоянии здоровья детей. Ранжирование частоты отклонений по основным системам организма у детей 5-9 лет представлено на рисунке 1.

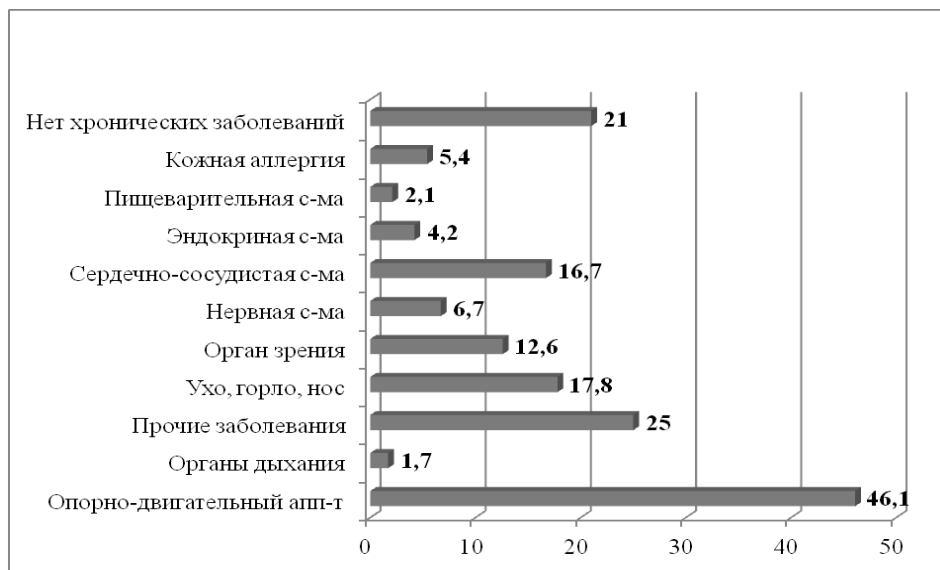


Рис. 1. Структура хронических заболеваний у детей 5-9 лет (в %)

Первое место в структуре имеющейся патологии принадлежит нарушениям осанки и другим отклонениям в опорно-двигательной системе организма (46,1%). Преобладание данной патологии у современных детей 5-9-летнего возраста отмечают многие исследователи. При тщательном обследовании нарушения осанки от начальных до значительных форм диагностируются у 55-70% дошкольников и первоклассников [8, 9, 13]. Более низкая частота отклонений, полученная при обработке имеющихся в данном мониторинге сведений, свидетельствует, по видимому, о том, что врачи, в основном, фиксируют лишь наиболее выраженные искривления позвоночника и не указывают на наличие функциональных нарушений в виде сутулости, крыловидных лопаток, асимметрии плеч и т.д.

Наблюдения показывают, что нарушения осанки проявляются у детей уже в дошкольном возрасте. Причины данных нарушений ученые гигиенисты и медики связывают с серьезными изменениями метаболических, т.е. обменных процессов в организме ребенка, зависящих от состояния питания населения, в том числе беременных матерей и детей всех возрастов, а также от состояния окружающей среды. Отсутствие в питании детей продуктов, содержащих в достаточном количестве кальция (молочные продукты), приводит к нарушениям формирования костной и хрящевой ткани скелета. В первую очередь, это сказывается на состоянии позвоночного столба.

Второе рейтинговое положение в представленной структуре заболеваемости у детей занимают болезни ЛОР - органов (17,8%). Отклонения со стороны органов дыхания во всех возрастных группах детей встречаются одинаково часто: от 13,7 до 21,4 случаев на сто детей. Это в основном аденоиды первой и второй степени, гипертрофия миндалин второй степени. Патология в виде гипертрофий миндалин, аденоидов, отитов у детей данного возраста является довольно распространенной. Следует помнить, что указанные заболевания являются причиной частых ангин и респираторных инфекций у детей, так как лимфоидная ткань носоглотки в таких случаях не выполняет функцию барьера для проникающих через верхние дыхательные пути микробов. Более серьезным заболеванием ЛОР - органов является хронический тонзиллит, в результате которого значительно снижается общий иммунитет ребенка, его работоспособность. Известно, что при хроническом тонзиллите серьезно страдает сердечнососудистая система организма.

Нарушения сердечнососудистой системы (16,7%) чаще проявляются в виде функциональных шумов и врожденных пороков сердца. Среди функциональных нарушений сосудистого тонуса у детей данного возраста указываются проявления гипотонии, т.е. пониженного артериального давления.

Следующее рейтинговое положение в структуре заболеваемости занимают нарушения органов зрения (12,6%). По данным многих авторов, распространенность аномалий рефракции среди детей, поступающих в школу с 7 лет, колеблется от 8,7 до 12,5 % [4, 5, 9, 13, 15, 19]. Нарушения функционирования органов зрения обусловлены многими причинами: генетическими, морфологическими (строение глаза), неврологическими, трофическими (питание), функциональными (нагрузки на цилиарную мышцу).

Тенденция к увеличению в последние годы частоты нарушений зрения и слуха уже у дошкольников свидетельствует о причинах, не связанных с учебным процессом. Однако наличие у каждого пятого-шестого ребенка данных отклоне-

ний обязывает учебные заведения создавать необходимые условия для профилактики и коррекции нарушений зрения и слуха у школьников.

На пятом месте в структуре заболеваемости детей 5-9 лет стоят отклонения нервной системы (6,7%). Чаще других встречаются невротические состояния, легкие задержки психоречевого развития, проявления минимальной мозговой дисфункции, являющиеся следствием резидуально-органических перинатальных повреждений (энцефалопатий).

Пятая часть детей 5-9 лет не имеет хронической патологии.

Процент детей, у которых нет хронических заболеваний, в целом уменьшается с возрастом; особенно велики различия между 5-летними, у которых более 1/3 не имеют хронической патологии, и остальными возрастными группами, где эта доля примерно 1/5 и ниже. Процент детей имеющих патологию органа зрения, безусловно, растет с возрастом (4% у 5-летних до 18% у 9-летних). Что касается остальных диагнозов, то, несмотря на обнаруженные значимые различия между теми или иными возрастными группами, монотонных тенденций (увеличение или уменьшение процента с возрастом) не выявлено.

У мальчиков чаще, чем у девочек в любом возрасте, наблюдаются хронические заболевания. У мальчиков стабильно чаще, чем у девочек отмечается патология нервной системы, а также «прочие заболевания» (кроме 5 лет). В возрасте 5-7 лет у мальчиков также чаще наблюдается патология опорно-двигательного аппарата, однако это различие значимо в возрасте 6 лет.

У одного ребенка дошкольного и младшего школьного возраста встречается несколько функциональных отклонений в деятельности органов и систем организма. При этом наиболее часто встречающиеся отклонения (вторая группа здоровья) связаны между собой. Так, например, отклонения в нервно-психическом здоровье (НПЗ), которые, хотя и снижаются по частоте встречаемости от дошкольного к младшему школьному возрасту, однако существенно углубляются и оказываются связанными с нарушениями других функциональных систем: кровообращением, дыханием, выделением и др.

В нижеследующей таблице 3 показан коэффициент попарной встречаемости (сопутствия) разных видов патологии в нашей выборке. Это коэффициент Ошиа, который имеет формулу и представляет среднегеометрическую вероятность того, что если ребенок имеет одну из двух патологий, то он имеет и вторую тоже.

$$\sqrt{\frac{a}{a+b} \cdot \frac{a}{a+c}}$$

где  $a$  – число детей, каждый из которых имеет обе данные патологии;  $b$  – число детей, имеющих первую патологию;  $c$  – число детей, имеющих вторую патологию.

Поскольку половина детей от 5 до 9 лет всей выборки имеет патологию опорно-двигательного аппарата (ОДА), неудивительно, что эта патология часто сопутствует другим видам патологии, в первую очередь патологии сердечнососудистой системы (ССС) и ЛОР-патологии.

Таблица 3

Коэффициент попарной встречаемости разных видов патологии у детей 5-9 лет

	Нервная с-ма	Сердечно-сосудистая с-ма	Пищеварительная с-ма	Орган зрения	Ухо, горло, нос	Органы дыхания	Кожная аллергия	Эндокриная с-ма	Опорно-двигательный апп-т
Нервная система									
Сердечно-сосудистая система	.162								
Пищеварительная система	.104	.105							
Орган зрения	.059	.167	.015						
Ухо, горло, нос	.114	.195	.089	.130					
Органы дыхания	.069	.029	.041	.034	.056				
Кожная аллергия	.117	.107	.070	.047	.112	.128			
Эндокриная система	.029	.112	.026	.097	.063	.058	.016		
Опорно-двигательный аппарат	.222	.344	.143	.253	.341	.097	.124	.118	

Примечание: Таблица относится к целой выборке.

## ВЫВОДЫ

Исследования, проводимые в 2007-2012 годах, показывают, что особенностями негативных изменений здоровья детей являются следующие:

1. *Значительное снижение числа абсолютно здоровых детей.* Так, среди детей 5-9 лет их число не превышает 10-12%.

2. *Стремительный рост числа функциональных нарушений и хронических заболеваний.* С увеличением возраста увеличивается частота функциональных нарушений и хронических болезней.

3. *Не изменилась структура хронической патологии.* По-прежнему, велика доля болезней опорно-двигательного аппарата (сколиоз, остеохондроз, осложнен-

ные формы плоскостопия), болезней ЛОР – органов, нарушений со стороны сердечнососудистой системы и органов зрения.

4. С увеличением возраста увеличивается число школьников, имеющих несколько диагнозов. Дошкольники 5-6 лет имеют в среднем 2 диагноза, 7-9 лет – 3 диагноза.

Таким образом, оценка современного состояния и тенденций здоровья детей дошкольного и младшего школьного возраста свидетельствует о серьезном неблагополучии, которое может привести к ухудшению качества жизни населения, существенным ограничениям в реализации им биологических (воспроизводство) и социальных функций.

В решении проблемы состояния здоровья детей, обучающихся в образовательных учреждениях, необходим комплексный подход, включающий усилия, как системы образования, так и здравоохранения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам / А.Г. Хрипкина, М.В. Антропова. – М.: Педагогика, 1982. – 240 с.

2. Ананьев В.В. Введение в психологию здоровья. /Ананьев В.В. – СПб, 1999.

3. Антропова М.В. Нормализация учебной нагрузки школьников: экспериментальное физиолого-гигиеническое исследование / Под ред. М.В. Антроповой, В.И. Козлова. – М. 1988. – 160 с.

4. Антропова М.В. Проблемы здоровья детей и их физического развития / М.В. Антропова, Т.М. Параничева и др. // Здравоохранение Российской Федерации, 1999. – С. 17-21.

5. Антропова М.В. Психологические и медицинские аспекты некоторых педагогических инноваций в начальной школе / М.В. Антропова, Т.М. Параничева и др. // Школа здоровья. – М., 1998. – №3. – С. 19-27.

6. Апанасенко Г.Л. Медицинская валеология / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова // Серия «Гиппократ». – Ростов на Дону: Феникс, 2000. – 248 с.

7. Ахутина Т.В. Здоровьесберегающие технологии обучения, индивидуальный подход // Школа здоровья. – № 2. – С. 21-24.

8. Баранов А.А. Здоровье российских детей // Педагогика. – 1999. – №8. – С. 41-44.

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

10. Баранов А.А. Универсальная оценка физического развития младших школьников / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева и др. – М., 2010. – 34 с.

11. Васильева О.С. Здоровый образ жизни // Школа. – 1999. – № 44.

12. Комплексная программа «Образование и здоровье» // Школа здоровья, 1998. – № 2. – С. 85-116.

13. Кучма В.Р. Состояние здоровья детей и подростков / В.Р. Кучма // Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века: материалы IX всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – том 2. – М., 2001. – С. 368-372.

14. Леонов А.В. Гигиенические проблемы охраны здоровья школьников разных типов образовательных учреждений / А.В. Леонов, Н.А. Матвеева, Е.С. Бого-

молова и др. / Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы: Мат. Всеросс. конф. с междунар. участ. – М.: НО НЦЗД РАМН, 2002. – С. 213-215.

15. Параничева Т.М. Роль морфофизиологических и психофизиологических особенностей первоклассников в адаптации к учебной нагрузке / Т.М. Параничева // Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы: Мат. I конгресса Российского общества школьной и университетской медицины и здоровья – М.: НО НЦЗД РАМН, 2008. – С. 213-215.

16. Трегубов А.Л. Сердечная деятельность у детей ясельного возраста /А.Л. Трегубов, Е.И. Иванова, Л.М. Бажанова // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1981. – С. 125-126.

17. Уланова Л.Н. Состояние здоровья школьников Воронежа за 30 лет (1966-1997 гг.) / Л.Н. Уланова, Е.К. Сычева, Т.В. Ермолаева и др. // Российский педиатрический журнал. – 2000. – № 1. – С. 9-11.

18. Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы: Мат. I конгресса Российского общества школьной и университетской медицины и здоровья. – М.: НО НЦЗД РАМН, 2008. – С. 213-215.

19. Turina E.V. Age and sexual features of mental health of children of primary school age / E.V. Turina, T.M.Paranicheva, E.A.Babenkova // Family health in the XII century: Proceedings of the XV International Scientific Conference 30 April-7 May 2011. – Torremolinos, Spain. – P. 187-190.

## ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И СТЕРОИДНЫЙ СТАТУС МОСКОВСКИХ ШКОЛЬНИКОВ

И.В. Ермакова<sup>1</sup>, Т.И. Буряя, Н.Б. Сельверова  
ФГНУ «Институт возрастной физиологии»  
Российской академии образования, Москва

*В статье представлены данные по основным показателям физического развития и полового созревания московских школьников в возрасте 8-15 лет. Стероидный статус детей и подростков оценивали по уровню в слюне половых и надпочечных гормонов: тестостерона, эстрадиола и ДГЭА. Выявлена взаимосвязь показателей физического развития и полового созревания подростков с уровнем половых стероидов и ДГЭА.*

**Ключевые слова:** дети, подростки, физическое и половое развитие, ДГЭА, тестостерон, эстрадиол, слюна.

**Physical development and steroid status of Moscow pupils.** The article presents data on key indicators of physical development and maturation of Moscow school children aged 8-15 years. Steroid status of children and adolescents was estimated according to the level of sex and adrenal hormones in the saliva: testosterone, estradiol, and DHEA. There was found the correlation between the parameters of physical development and sexual maturation of adolescents with levels of sex steroids and DHEA.

**Key words:** children, adolescents, physical and sexual development, DHEA, testosterone, estradiol, saliva.

Физическое и половое развитие школьников является одним из главных показателей здоровья, на который воздействует ряд факторов окружающей среды: социально-гигиенические, экологические и др. Часто этот интегральный показатель благополучия подрастающего населения изучают для определения и оптимизации условий обучения и воспитания детей и подростков. Для оценки физического развития школьников используют базовые антропометрические показатели – длину и массу тела, а также количественные индексы.

Важная роль в регуляции процессов роста и развития принадлежит эндокринной системе. Период полового созревания является одним из ответственных периодов постнатального развития. Под действием половых гормонов происходит усиление обмена веществ, что способствует интенсификации ростовых процессов, завершению функциональной дифференцировки основных органов и систем. Проявление и развитие вторичных половых признаков характеризует уровень биологической зрелости организма в целом, отражает степень сформированности нейроэндокринных механизмов регуляции физиологических процессов в этот период, а также является одним из значимых показателей становления репродуктивной функции молодого организма. Различия в сроках пубертатного развития детерминированы генетическими и экзогенными факторами. Изучение законо-

---

Контакты: <sup>1</sup> Ермакова И.В. E-mail: <ermek61@mail.ru>

мерностей роста и развития подрастающего поколения, определение стероидного статуса является актуальным и своевременным.

Цель настоящего исследования – изучение возрастно-половых закономерностей развития и определение стероидного статуса московских школьников в возрасте 8-15 лет.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В настоящем исследовании принимали участие 542 учащихся средних общеобразовательных школ Москвы, практически здоровых, в возрасте 8-15 лет. Среди них было 250 девочек и 292 мальчика. Участники исследования были разделены на 8 возрастных групп по принципу: 8-летними считали детей в возрасте от 7 лет 6 месяцев до 8 лет 5 месяцев 29 дней и т.д. [12]. Средний возраст испытуемых –  $11,04 \pm 0,09$  лет; средний рост –  $147,05 \pm 0,56$  см; средний вес –  $41,96 \pm 0,57$  кг.

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике [3, 6]. Массу тела измеряли на электронных весах Tanita (модель BC-571, Япония) с точностью до 50 г. Длину тела определяли с использованием штангового антропометра с точностью до 0,5 см. Индекс массы тела (ИМТ) вычисляли как отношение массы тела, выраженной в килограммах, к квадрату длины тела, выраженной в метрах. Также, при определении общей массы тела, с помощью биоэлектрического импеданса, автоматически вычислялся процент содержания жира в организме с точностью до 0,1%.

Стадии полового созревания оценивались по показателям развития вторичных половых признаков, используя методику Сельверовой Н.Б.

Содержание стероидных гормонов в слюне: тестостерона у мальчиков, эстрадиола у девочек и дегидроэпиандростерона (ДГЭА) у детей обоего пола определяли иммуноферментным методом (ИФА), используя стандартные диагностические наборы фирмы DRG International, Inc. Оптическую плотность и значения концентрации стероидных гормонов определяли на ИФА-анализаторе «Униплан». Концентрацию гормонов выражали в пг/мл.

Статистическую обработку проводили с помощью программы SPSS.13. Достоверность различий изучаемых параметров между группами оценивали с помощью критерия Стьюдента. Также использовали корреляционный анализ (коэффициент Пирсона), описательную статистику. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Согласно полученным данным абсолютные значения средних величин антропометрических показателей увеличиваются с возрастом (табл. 1). Длина тела является основным показателем физического развития, отражающим как ростовые процессы, так и степень биологической зрелости детей. У мальчиков длина тела в 8 лет составила  $131,00 \pm 0,97$  см, а в 15 лет –  $172,46 \pm 1,97$  см, т.е. увеличилась на 41,46 см (31,65%). У девочек длина тела увеличилась на 32,93 см (25,28%) от  $130,26 \pm 1,16$  см до  $163,19 \pm 1,45$  см. Сравнительный анализ показал, что мальчики и девочки в возрасте 8-10 лет по показателю длины тела практически не различаются. У девочек наибольший темп прироста наблюдается в 9 и 11 лет (5% и 5%), но



только в 11 лет девочки превышают своих сверстников по росту. Отчётливые проявления полового диморфизма по величине длины тела наблюдаются с 13-летнего возраста. Среднегодовой прирост в 13-15 лет у мальчиков больше, чем у девочек примерно в 2,5 раза. Таким образом, показатели длины тела у девочек достоверно ( $p<0,01$ ) больше в 11 лет, а у мальчиков – в 14 ( $p<0,02$ ) и 15 лет ( $p<0,0001$ ). Это обусловлено тем, что по мере развития организма школьников происходит активация гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси и её взаимодействие с осью соматотропин/инсулиноподобный фактор роста-I, которые способствуют пубертатному скачку роста.

Таблица 1

*Антропометрические показатели и величина жировой массы тела у школьников 8-15 лет ( $M\pm m$ )*

возраст, лет	кол-во, п	длина тела, см	масса тела, кг	индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	жировая масса тела, %
<b>м а л ь ч и к и</b>					
8	27	131,00±0,97	30,71±1,44	17,50±0,60	17,32±1,69
9	46	136,26±0,86	33,49±1,02	17,97±0,45	18,67±1,03
10	50	141,24±0,77	37,35±1,20	18,59±0,47	19,23±0,95
11	53	144,96±0,86	38,93±1,14	18,52±0,48	17,64±0,98
12	41	150,70±1,06	44,05±1,61	19,34±0,56	17,74±1,18
13	37	159,36±1,58	52,83±2,36	20,57±0,68	14,23±1,10
14	22	167,36±1,69	58,92±2,53	20,92±0,79	16,04±1,76
15	16	172,46±1,97	64,23±3,83	21,59±1,27	14,31±1,40
<b>д е в о ч к и</b>					
8	33	130,26±1,16	29,66±1,17	17,23±0,42	20,15±1,52
9	42	136,58±0,78	33,09±1,06	17,67±0,46	21,23±1,10
10	40	141,57±0,97	36,24±1,33	17,98±0,58	22,09±1,39
11	40	148,28±0,94	41,47±1,77	18,73±0,68	20,93±1,21
12	29	153,12±1,26	46,97±1,77	19,98±0,66	22,44±1,54
13	26	156,64±1,36	51,06±1,72	20,83±0,68	24,04±1,38
14	18	161,29±1,65	55,07±2,58	21,11±0,83	23,93±1,66
15	22	163,19±1,45	54,46±1,66	20,38±0,52	23,62±1,16

Следующим показателем физического развития детей и подростков является масса тела. Средняя величина массы тела у мальчиков в возрасте от 8 до 15 лет увеличилась с 30,71±1,44 кг до 64,23±3,83 кг, т.е. на 109 %; у девочек – с 29,66±1,17 кг до 54,46±1,66 кг (84%). Оказалось, что масса тела у детей 8-10 лет примерно одинакова. Сравнительный анализ показал, что масса тела у девочек в 12-13 лет больше, чем у их сверстников, в 13-летнем возрасте по данному показателю не наблюдается половых различий, а с 14 лет у мальчиков отмечается её рост, тогда как у девочек она практически не изменяется. Основной прирост мас-

сы тела у девочек наблюдался в 12-13 лет, а у мальчиков – в 13-15 лет. Однако достоверные различия ( $p < 0,01$ ) выявлены только в группе 15-летних подростков.

Наши данные по величине длины тела школьников 8-15 лет не отличаются от результатов, полученных другими авторами, однако величина массы тела немного больше. В научной литературе отмечено, что длина и масса тела у московских детей и подростков такого же возраста практически одинаковы [1, 7, 11, 12]. Но по сравнению с 80-ми годами прошлого столетия, длина тела детей 8-15 лет обоего пола на 3-6 см ниже, чем в начале XXI века.

Жировая ткань является важным компонентом состава тела человека, который информирует о функционировании нейроэндокринной системы и двигательном режиме школьников [5]. Нормальное содержание жировой ткани в организме является необходимым условием его жизнедеятельности, тогда как её повышенный уровень становится фактором риска развития сердечно-сосудистой и эндокринной патологии [9]. Обычно для оценки величины жировой массы тела у детей и подростков используют антропометрический (ИМТ) и биоимпедансный (% жировой массы тела) методы. Сравнительный анализ показателя ИМТ не выявил половых различий, его средняя величина с 8 до 15 лет увеличилась у девочек на  $3,15 \text{ кг/м}^2$ , а у мальчиков на  $4,09 \text{ кг/м}^2$ . Процентное содержание ЖМТ у девочек достоверно выше, чем у их сверстников. При этом у девочек возрасте 8-12 лет % ЖМТ варьирует от  $20,15 \pm 1,52 \%$  до  $22,44 \pm 1,54 \%$ , а с 13 лет отмечается рост содержания жировой ткани. У мальчиков наибольший % ЖМТ фиксируется в 9-10 лет, а затем происходит снижение жировой массы тела до  $14,31 \pm 1,40\%$  в 15 лет. Достоверные половые различия по этому показателю определяются в 11-15 лет ( $p < 0,01-0,0001$ ). Несмотря на значимую корреляцию величин % ЖМТ и ИМТ у школьников в возрасте 8-15 лет ( $r = 0,66$  – у мальчиков и  $r = 0,85$  – у девочек,  $p < 0,01$ ), разнонаправленность возрастной динамики ИМТ и % ЖМТ указывает на неэффективность использования первого в качестве индикатора избыточного содержания жировой ткани. Полученные нами результаты, в целом, не отличаются от данных других авторов, как отечественных [7], так и зарубежных [14, 26], однако у московских школьников больше % ЖМТ.

В пубертатном возрасте главным показателем полового развития является уровень полового созревания. Как правило, инициация полового развития у девочек происходит в возрасте 9-11 лет, у мальчиков – в 10-13 лет [4], что зависит как от генетических [22, 28], так и от внешних факторов [19]. Согласно рекомендации ВОЗ [27] в качестве критерия инициации полового развития девочек использовали появление железистой ткани молочных желёз, а мальчиков - увеличение объёма тестикул. Формирование гениталий и полового оволосения мальчиков происходит под контролем андрогенов, в большей степени тестикулярного происхождения. У девочек развитие молочных желёз контролируется в основном эстрогенами, вторичное половое оволосение – андрогенами преимущественно адrenaльного и в меньшей степени – овариального происхождения [4].

Настоящее исследование показало, что школьники 8-15 лет различаются по уровню биологической зрелости. Девочки находились на I-V стадии полового созревания, а мальчики – на I-IV стадии. Половая формула у девочек, находящихся на II стадии пубертата –  $Ma_{1-2} P_0 Ax_0 Me_0$ ; на III стадии –  $Ma_{1-3} P_{1-3} Ax_0 Me_0$ ; на IV стадии –  $Ma_{1-3} P_{2-3} Ax_1 Me_0$ ; на V стадии –  $Ma_{3-4} P_{3-4} Ax_{1-2} Me_{11-13}$  лет. Надёжным показателем уровня половой зрелости является возраст, в котором у девушек по-

являются первые регулы. Средний возраст menarche у школьниц был  $12,15 \pm 0,12$  лет. Половая формула у мальчиков, находящихся на III стадии пубертата –  $P_{1-4} A x_0$ ; на IV стадии –  $P_{1-5} A x_{1-3}$ . Данные, полученные в настоящем исследовании, свидетельствуют о том, что возрастно-половые закономерности полового созревания московских школьников не противоречат результатам исследования других авторов [2, 8, 10, 15-17].

Мы также проанализировали динамику и половые различия основных антропометрических показателей и содержания жировой массы тела в организме 8-15-летних детей, в зависимости от стадии пубертата (Табл. 2). У мальчиков по мере полового созревания достоверно ( $p < 0,0001$ ) увеличивается длина и масса тела. У девочек от I к V стадии полового созревания, также как и у их сверстников, наблюдается чёткая тенденция к увеличению весо-ростовых показателей, но достоверность различий уменьшается от  $p < 0,0001$  на I-III стадии до  $p < 0,001$  на IV-V стадии. В динамике содержания жировой массы в пубертате отмечаются разнонаправленные изменения: у мальчиков по мере полового созревания происходит её снижение, а у девочек, напротив, увеличение, что объясняется влиянием эстрадиола и лептина, повышающийся уровень которых способствует половому развитию и распределению жира [23].

Таблица 2

*Антропометрические показатели и величина жировой массы тела у школьников 8-15 лет в зависимости от стадии полового созревания*

стадия	кол-во, п	возраст, лет	длина тела, см	масса тела, кг	индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	жировая масса тела, %
<b>м а л ь ч и к и</b>						
I	161	$9,72 \pm 0,09$	$139,10 \pm 0,60$	$35,67 \pm 0,68$	$18,29 \pm 0,26$	$18,71 \pm 0,57$
II	47	$11,51 \pm 0,14$	$147,62 \pm 1,07$	$41,24 \pm 1,38$	$18,72 \pm 0,49$	$16,53 \pm 1,10$
III	41	$12,88 \pm 0,14$	$158,20 \pm 1,37$	$48,79 \pm 1,95$	$19,37 \pm 0,57$	$14,57 \pm 1,07$
IV	43	$13,95 \pm 0,14$	$168,52 \pm 1,30$	$62,86 \pm 1,90$	$22,12 \pm 0,63$	$16,00 \pm 1,04$
<b>д е в о ч к и</b>						
I	92	$8,92 \pm 0,09$	$135,15 \pm 0,75$	$32,67 \pm 0,85$	$17,69 \pm 0,33$	$21,55 \pm 0,86$
II	40	$10,70 \pm 0,16$	$143,51 \pm 0,94$	$38,94 \pm 1,53$	$18,75 \pm 0,59$	$21,88 \pm 1,30$
III	42	$11,45 \pm 0,18$	$150,97 \pm 0,96$	$41,56 \pm 1,46$	$18,17 \pm 0,56$	$19,63 \pm 1,18$
IV	18	$11,89 \pm 0,21$	$155,43 \pm 1,60$	$48,36 \pm 2,46$	$19,93 \pm 0,85$	$22,42 \pm 1,66$
V	58	$13,90 \pm 0,14$	$160,74 \pm 0,92$	$54,76 \pm 1,11$	$21,19 \pm 0,39$	$24,77 \pm 0,79$

Для изучения связей между показателями физического развития и степенью полового созревания был проведён корреляционный анализ. Как и следовало ожидать, тесные связи наблюдались между стадией пубертата и длиной тела ( $r=0,81$  у мальчиков и  $r=0,83$  у девочек;  $p < 0,01$ ), массой тела ( $r=0,68$  и  $r=0,70$ ;  $p < 0,01$ ; соответственно), ИМТ ( $r=0,33$  и  $r=0,36$ ;  $p < 0,01$ ), % ЖМТ ( $r=-0,19$ ;  $p < 0,05$  и  $r=0,15$ ;  $p < 0,01$ ). Аналогичную зависимость наблюдали и другие авторы у 10-16-летних детей [7].

С целью определения стероидного статуса московских школьников 8-15 лет исследовали содержание в слюне половых стероидов (тестостерона у мальчиков, эстрадиола у девочек) и ДГЭА, продуцируемого как корой надпочечников, так и гонадами. Слюна отражает плазменную свободную, т.е. биологически активную фракцию данных стероидов и обеспечивает её доступность для тканей-мишеней, что, вместе с неинвазивным методом сбора проб, определило выбор этой биологической жидкости для оценки уровня гормонов у школьников. Содержание стероидных гормонов в слюне в ходе пубертата представлено в табл. 3. Известно, что ДГЭА является предшественником в образовании половых стероидов. В настоящем исследовании нам удалось выявить тесную связь между концентрацией ДГЭА и тестостерона у мальчиков, а также концентрацией ДГЭА и эстрадиола у девочек ( $r=0,32$  и  $r=0,23$ ;  $p<0,01$ ; соответственно). У девочек надпочечные андрогены играют роль в обеспечении развития вторичного оволосения [18]. Сравнительный анализ уровня ДГЭА в зависимости от степени полового созревания показал его неуклонный рост в ходе пубертата. У мальчиков на III-IV стадии полового созревания концентрация надпочечного андрогена в 2,25 раза выше, чем в раннем пубертатном возрасте. У девочек наблюдается аналогичная динамика: уровень ДГЭА увеличился от  $99,82\pm 8,58$  пг/мл на I-II стадии пубертата до  $204,48\pm 26,73$  пг/мл на III-IV стадии полового развития. Максимальное значение ДГЭА у девочек наблюдали на V стадии пубертата. Другие исследователи [18, 20, 21] также наблюдали увеличение уровня ДГЭА в ходе полового созревания. Как у мальчиков, так и у девочек выявлена положительная связь между уровнем ДГЭА в слюне и стадией пубертата ( $r=0,38$  и  $r=0,44$ ;  $p<0,01$ , соответственно).

Таблица 3

*Уровень половых и надпочечных стероидов у московских школьников 8-15 лет*

стадия	м а л ь ч и к и		стадия	д е в о ч к и	
	тестостерон, пг/мл	ДГЭА, пг/мл		эстрадиол, пг/мл	ДГЭА, пг/мл
I-II	27,63±1,76	98,96±11,15	I-II	2,54±0,26	99,82±8,58
III-IV	52,07±4,81	222,66±24,21	III-IV	5,21±0,65	204,48±26,73
			V	8,10±0,80	291,75±28,82

В период полового созревания происходит увеличение содержания в слюне половых стероидов, которые обеспечивают становление и функционирование репродуктивной системы. У мальчиков от I к IV стадии полового развития отмечается увеличение концентрации тестостерона. В начале полового созревания, при переходе от препубертатного возраста к вступлению в пубертат (I-II стадия) уровень тестостерона в слюне составил  $27,63\pm 1,76$  пг/мл. На III-IV стадиях пубертата концентрация мужского полового гормона увеличивается почти в два раза до  $52,07\pm 4,81$  пг/мл ( $p<0,0001$ ) и отмечается значительное расширение индивидуальной вариабельности. Известно, что быстрое повышение слюнного тестостерона происходит, когда объем тестикул достигает 10 мл [13]. Часто увеличение уровня

тестостерона связывают с пубертатным скачком роста [20, 25]. У девочек от I к V стадии пубертата происходит рост уровня эстрадиола в слюне. От I-II стадии к III-IV стадии уровень гормона увеличился более, чем в 2 раза, а на V стадии достиг значения  $8,10 \pm 0,80$  пг/мл ( $p < 0,0001$ ). Ряд авторов указывают на то, что пик скорости роста у девочек коррелирует с уровнем эстрадиола в ходе пубертата [24]. Уровень половых стероидов у школьников коррелировал со стадией полового созревания ( $r=0,47$  – у мальчиков и  $r=0,54$  – у девочек;  $p < 0,01$ ), длиной тела ( $r=0,49$  – у представителей обоего пола;  $p < 0,01$ ), а с % жировой массы тела – только у девочек ( $r=0,17$ ;  $p < 0,05$ ).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты настоящего исследования показали, что у московских школьников с 8 до 15 лет увеличиваются основные показатели физического развития (длина и масса тела), причем их прирост у мальчиков происходит в большей степени, чем у девочек. Содержание жировой массы тела зависит от половой принадлежности, особенно в пубертатный период. Представляется целесообразным использование биоимпедансного метода для оценки жировой массы тела, а не антропометрического (ИМТ). Стероидный статус школьников претерпевает наибольшие изменения в период полового созревания. От I-II к IV-V стадии пубертата происходит увеличение концентрации в слюне предшественника образования половых стероидов – ДГЭА, а также тестостерона у мальчиков и эстрадиола у девочек. Выявлена тесная корреляционная связь между показателями физического развития, содержанием жировой массы тела, стадией пубертата и уровнем стероидных гормонов у школьников.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропова М.В., Параничева Т.М., Манке Г.Г., Тюрина Е.В. Здоровье и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников 10-11 лет // Новые исследования. – 2009. – Т. 18, № 1. – С. 92-101.
2. Богомолова Е.С., Кузмичев Ю.Г., Бадеева Т.В. и др. Физическое развитие современных школьников Нижнего Новгорода // Медицинский альманах. – 2012. – Т. 22, № 3. – С. 193-198.
3. Бунак В.В. Антропометрия. – М.: Учпедгиз, 1941. – 367 с.
4. Дедов И.И. Руководство по детской эндокринологии. – М.: Универсум Паблишинг, 2006. – 600 с.
5. Зайцев А.А. Изменение выраженности жировой массы у спортсменок 9-20 лет различных соматических типов // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2005. – № 2. – С. 126-130.
6. Лутовинова Н.Ю., Уткина М.И., Чтецов В.П. Методические проблемы изучения вариаций подкожного жира // Вопросы антропологии. – 1970. – Вып. 36. – С. 32-54.
7. Мартиросов Э.Г., Биоимпедансная оценка состава тела у детей 10-16 лет с использованием анализатора ABC-01 / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, Н.Д. Николаева и др. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Николаева Н.Д. и др. – Медасс. 2006. – <http://www.medass.ru>

8. Муравьева В.Н., Ходжаян А.Б., Федько Н.А. и др. Значение отдельных показателей репродуктивного потенциала в комплексной оценке состояния здоровья подростков // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2012. – № 1. – С. 18-21.

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

10. Прасолова О.В., Губарева Л.И. Показатели роста и развития, как маркеры безопасности среды для учащихся инновационных образовательных учреждений // Вектор науки ТГУ. – 2012. – Т. 19, № 1. – С. 40-42.

11. Скоблина Н.А., Платонова А.Г. Результаты изучения физического развития московских и киевских школьников // Гігієна населених місць. – 2010. – №56. – С. 282-287.

12. Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников – жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика скрининг-оценки: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2000. – 76 с.

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

14. Cieslak T.K., Frost G., Klentrou P. Effects of physical activity, body fat, and salivary cortisol on mucosal immunity in children // J. Appl. Physiol. – 2003. – V.95. – P. 2315-2320.

15. Danubio M.E., De Simone M., Vecchi F. et al. Age at menarche and age of onset of pubertal characteristics in 6-14-year-old girls from the Province of L'Aquila (Abruzzo, Italy) // Am. J. Hum. Biol. – 2004. – V. 16, № 4. – P. 470-478.

16. Hernández M., Benítez R., Medranda I. et al. Normal physiological variations of pubertal development: starting age of puberty, menarcheal age and size // An. Pediatr. (Barc). – 2008. – 69, № 2. – P. 147-153.

17. Juul A., Teilmann G., Scheike T. et al. Pubertal development in Danish children: comparison of recent European and US data // Int. J. Androl., – 2006. – V. 29, № 1. – P. 247-255.

18. Kulik-Rechberger B., Furmaga-Jablonska W., Rechberger T. The role of dehydroepiandrosterone sulfate during puberty in girls // Ginekolog Pol. – 2000. – V. 71, № 8. – С. 668-672.

19. Loomba-Albrecht L.A., Styne D.M. Effect of puberty on body composition // Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes. Obes.. – 2009. – V. 16, № 1. – P. 10-15.

20. Matchock R.L., Dorn L.D., Susman E.J. Diurnal and seasonal cortisol, testosterone, and DHEA rhythms in boys and girls during puberty // Chronobiol. Int. – 2007. – V. 24, № 5. – P. 969-990.

21. Netherton C., Goodyer I., Tamplin A. et al. Salivary cortisol and dehydroepiandrosterone in relation to puberty and gender // Psychoneuroendocrinology. – 2004. – V.29, №2. – P. 125-40.

22. Ong K.K., Elks C.E., Li S. et al. Genetic variation in LIN28B is associated with the timing of puberty // Nat. Genet. – 2009. – V.41, №6. – P. 729-733.

23. Rogol A.D. Sex steroids, growth hormone, leptin and the pubertal growth spurt // Endocr. Dev. – 2010. – V. 17. – P. 77-85.

24. Rotteveel J., de Ridder C., Schoute E. et al. Androstenedione, dehydroepiandrosterone sulfate, and estradiol levels throughout female puberty: relation to height velocity // Horm. Res. – 1997. – V. 48, № 6. – P. 263-267.

25. Umehara T. Kumamoto Y. Mikuma N. et al. Salivary testosterone levels in normal boys at puberty // Nippon. Naibunpi. Gakkai. Zasshi. – 1991. – V. 67, № 3. – P. 230-238.

26. Van der Sluis I.M., Ridder M.A.J., Boot A.M. et al. Reference data for bone density and body composition measured with dual-energy x ray absorptiometry in white children and young adults // Arch. Dis. Child. – 2002. – V. 87. – P. 341-347.

27. World Health Organization Expert Committee. Physical Status, the Use and Interpretation of Anthropometry. Geneva, Switzerland: World Health Organization. – 1995. – P. 263-311.

28. Wu T., Mendola P., Buck G.M. Ethnic differences in the presence of secondary sex characteristics and menarche among US girls: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994 // Pediatrics. – 2002. – V. 110, № 4. – P. 752-757.

# ПОЛОВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ДЛИНЫ ТЕЛА УЧАЩИХСЯ 7 – 16 ЛЕТ ГИМНАЗИИ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ (ЛОНГИТУДИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

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

*В лонгитудинальном исследовании детей и подростков 7 – 16 летнего возраста гимназии г. Челябинска с углубленным изучением образовательной области «Искусство» изучены возрастно-половые особенности динамики длины тела. В статье приводится сравнительный анализ длины тела учащихся обследованной популяции с данными, полученными другими авторами.*

**Ключевые слова:** *длина тела, популяция, лонгитудное исследование, профильное обучение.*

**Age-sex characteristics of body length dynamics in 7-16 year-old pupils of school with art specialization (longitudinal study).** *Age-sex features of body length dynamics were studied on children and adolescents (7-16 years old) at school with in-depth study of art in Chelyabinsk. The body length of this sample was compared with the data obtained by other authors.*

**Key words:** *body length, population, longitudinal study, specialized training.*

Адаптация организма ребенка к изменяющимся условиям внешней среды, в том числе и социальной, представляет собой один из важнейших вопросов возрастной физиологии. В последние годы особую актуальность приобретают исследования адаптации детского организма к различным образовательным технологиям, повышенным учебным нагрузкам, вариативным учебным программам, инновационным образовательным средам [1, 2, 8, 15, 19, 25]. Данные исследований закономерностей развития организма ребенка и особенностей функционирования его физиологических систем на разных этапах онтогенеза в условиях специфических образовательных сред необходимы для дальнейшей разработки теории адаптации, решения проблем охраны здоровья детей и повышения эффективности педагогических технологий [5, 9, 22, 23, 26].

Комплексное изучение закономерностей формирования здоровья в современных условиях, в том числе проведение лонгитудинальных исследований в области морфофункционального и психофизиологического роста и развития детей, в настоящее время является одним из приоритетных направлений научно-исследовательской работы в области возрастной физиологии, гигиены и охраны здоровья детей и подростков [1, 2, 4, 12, 16, 26, 29].

Физическое развитие ребенка является одним из основных поддающихся объективному изучению и сопоставлению показателей состояния его здоровья и выступает объективным критерием адаптации детей к условиям окружающей среды. В настоящее время общепризнано мнение, что физическое развитие детей должно быть одним из ведущих показателей системы мониторинга. При этом особый ин-



терес представляют популяционные исследования, проводимые по единой программе в одном и том же регионе через определенные временные интервалы.

В данной работе представлен один из разделов комплексного лонгитудинального исследования морфофункционального и психофизиологического статуса учащихся 7 – 16 лет в условиях профильного обучения, а именно анализ половозрастных особенностей динамики длины тела.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование проводилось в период с 2001 по 2010 гг. на базе МОУ гимназии № 10 с углубленным изучением образовательной области "Искусство" (г. Челябинск). В данном учебном заведении модель гимназического образования совершенствуется через интеграцию основного общего и базового музыкально-хореографического образования (музыкальный и хореографический профиль), учащиеся основной школы наряду с программами МО РФ осваивают программы эстетического профиля.

Популяция детей, обучающихся в МОУ гимназии № 10 г. Челябинска, может характеризоваться как социально благополучная, испытывающая влияние высоких и специфических учебных нагрузок, находящаяся в условиях реализации профилактических и оздоровительных технологий.

В исследовании принимали участие учащиеся 1 – 9 классов. Общее количество обследованных детей составило 550 человек.

Диагностика проводилась два раза в год (октябрь, апрель) согласно календарным планам, утвержденным администрацией МОУ гимназии № 10, классными руководителями и научно-исследовательской группой, на основании договора о научно-педагогическом сотрудничестве. Руководителями и родительским комитетом учебного учреждения было одобрено участие детей и подростков в исследовании. Выполненная работа не ущемляет права и не подвергает опасности благополучие субъектов исследования и соответствует требованиям биомедицинской этики.

Обследованные дети имели I и II группы здоровья. Медицинская группа детей определялась по данным ежегодных медицинских осмотров. В исследовании принимали участие дети, не имеющие на момент наблюдения остро возникших заболеваний.

В программу мониторинга были включены оценка соответствия условий образовательной среды санитарно-гигиеническим требованиям и морфофункциональным особенностям учащихся, оценка физического развития (по антропометрическим (длина и масса тела, обхват грудной клетки в паузе) и физиометрическим (жизненная емкость легких, динамическая сила мышц кистей и спины) показателям), состояния кардиореспираторной системы и психофизиологического статуса учащихся.

Физическое развитие учащихся оценивали по общепринятым методикам, описанным в соответствующих руководствах [3, 13]. В качестве контроля для оценки динамики показателей физического развития использованы «Методические рекомендации оценки физического развития и состояния здоровья детей и подростков...» государственного комитета санитарно-эпидемиологического надзора РФ (17 марта 1996, N01–19/31–17). Для современного сравнительного

анализа нами были использованы данные, полученные при исследовании детей в различных регионах РФ в 2000–2010 гг. (центр европейской части России; юго-восток Западной Сибири; центральная часть Западной Сибири – Среднее Приобье; Среднее Поволжье России; Казахстан). С этой целью были проведены сравнения полученных нами результатов с результатами следующих авторов: В.В. Юрьева с соавт., 2000 (г. Москва); Э.М. Казина с соавт., 2008 (г. Кемерово) – лонгитюдное исследование; О.Г. Литовченко, 2009 (г. Сургут); А.Ю. Манюхина, 2010 (г. Самара); Ж.М. Мукатаевой, 2010 (г. Павлодар).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среднегрупповые значения длины тела учащихся обоего пола в динамике наблюдения соответствовали возрастнo-половым стандартам [N01–19/31–17].

Нами были выявлены достоверные различия между показателями длины тела учащихся хореографического и музыкального профилей в возрасте 13 – 15 лет (рис. 1). Мальчики хореографического класса, имея дополнительные физические нагрузки в количестве 6–8 часов в неделю, вероятно, могли испытывать задержку темпов возрастного развития. Однако компенсаторные механизмы организма позволили за счет больших величин приростов длины тела в пубертатном периоде, по сравнению с учащимися музыкального профиля, достичь к 16 годам сопоставимых значений показателя длины тела. Различия составили от 2,5 % в возрасте 13 лет, до 1,8 % в возрасте 15 лет, максимальная величина различий по показателю роста учащихся разнопрофильных классов отмечена в возрасте  $13,42 \pm 0,41$  лет и составляет 3,3 % (различия между мальчиками классов музыкального и хореографического профилей составили 3,9 %, между девочками соответственно 2,6 %). При этом на момент поступления в школу и к возрасту 15 лет показатели длины тела учащихся разных профилей не имели достоверных различий (рис. 1). В настоящее время показано, что влияние систематических тренировок на темпы роста и развития организма детей неоднозначно. В частности есть данные, указывающие на некоторую задержку темпов развития под влиянием длительных тренировок [10, 21].

Половой диморфизм проявляется в особенностях обменного процесса, темпа роста и развития отдельных функциональных систем и организма в целом. Так, по данным В.Р. Кучмы с соавт. (2008), мальчики до начала полового созревания имеют более высокие антропометрические показатели. При нормальных условиях жизни, и в первую очередь питания, мальчики от рождения до 10 лет имеют большую длину тела, чем девочки [19].

В исследуемой нами популяции учащихся показатель роста мальчиков и девочек не различается в возрасте 7–9 лет, что согласуется с результатами исследования морфофункционального развития учащихся младших классов г. Челябинска, проведенного О.В. Шибковой (2011). А.Ю. Манюхин (2010) также указывает на отсутствие достоверных отличий в показателях длины тела мальчиков и девочек до 10-летнего возраста (в остальных возрастных группах наблюдалась наибольшая длина тела у мальчиков и юношей).

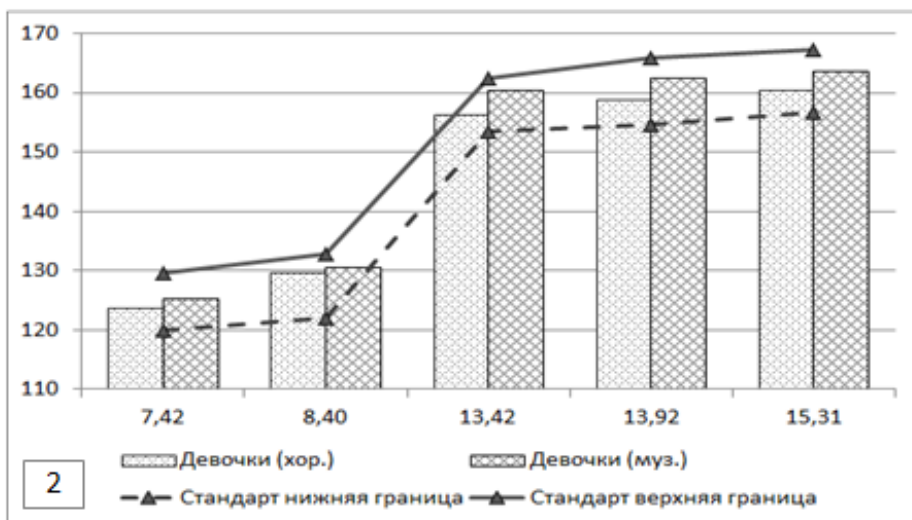
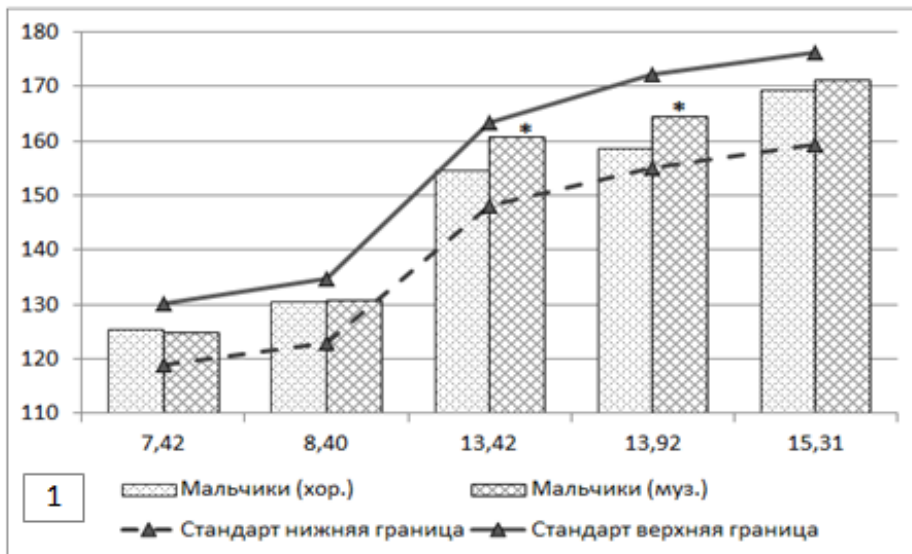


Рис. 1. Длина тела мальчиков (1) и девочек (2) хореографического и музыкального профилей обучения в динамике 8 лет обучения.

Примечание: стандарт – N01–19/31–17; \* – достоверность различий,  $p < 0,01$

Для нормального физического развития характерен двойной перекрест кривых возрастного изменения показателя длины тела [4, 23]. «Первый перекрест» связан с более ранним началом пубертатного ускорения роста у девочек, которые по показателям длины и массы тела, окружности грудной клетки начинают превосходить своих сверстников; позднее, когда мальчики вступают в фазу пубер-

татного ускорения роста, они вновь превосходят девочек по величине антропометрических показателей – наблюдается «второй перекрест». В конечном итоге, согласно закону половой специфичности роста, показатели дефинитивного роста мальчиков выше, чем девочек.

В изучаемой нами популяции отчетливый первый перекрест ростовых кривых не наблюдается (рис. 2), в связи с отсутствием статистически достоверных различий показателя длины тела мальчиков и девочек. Одной из причин отсутствия первого перекреста кривых роста, по мнению Б.А. Никитюка, В.П. Чтецова (1990), являются неблагоприятные условия жизни, в большей степени сказывающиеся на скорости роста и развития мальчиков. По нашему мнению, одной из причин отсутствия различий по параметру длины тела между мальчиками и девочками 7 – 10 лет может являться определенный процент детей в исследуемой популяции, прошедших специализированный отбор в классы хореографического профиля.

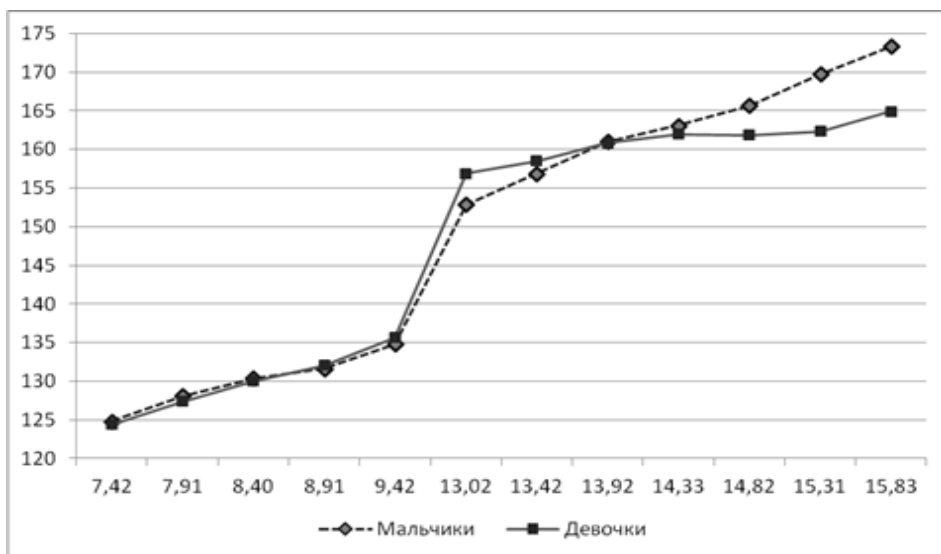


Рис. 2. Динамика показателя длины тела учащихся мужского и женского пола

В 90-е годы для русских детей, проживающих в городах, перекресты кривых роста приходились на 10 лет 4 месяца и 13 лет 10 месяцев [19].

Различия между детьми разного пола в исследуемой популяции были выявлены нами в возрасте 13 лет, второй перекрест кривых динамики роста обследуемых мальчиков и девочек приходится на возраст 14 лет. Достоверные различия между мальчиками и девочками по показателю роста проявились в возрасте 15 лет. Полученные данные согласуются с результатами исследования Н.Н. Гребневой (2001), согласно которым наступление второго биологического ростового перекреста отмечается в возрасте 13–14 лет, при этом достоверные различия между мальчиками и девочками по показателю длины тела были выявлены также только в 15 лет ( $p < 0,001$ ).

Исследование физического развития детей и подростков 7 – 17 лет г. Сургута, проведенное О.Г. Литовченко показало, отсутствие достоверных отличий в показателях длины тела мальчиков и девочек 10, 12 и 13 лет, в остальных возрастных группах наблюдалась наибольшая длина тела у мальчиков и юношей, кроме возрастной группы 11 лет, когда девочки были выше своих сверстников.

В сравнительном аспекте длина тела мальчиков и девочек исследуемой нами популяции имела ряд отличий с показателями детей других регионов. В частности, длина тела мальчиков 7 лет достоверно меньше значений данного показателя мальчиков г. Сургута (7,18 %,  $p \leq 0,05$ ) и г. Кемерово (2,62 %). В возрасте 8 лет отмечаются различия длины тела обследуемых мальчиков также с данными детей г. Сургута (меньше на 3,56 %), а также Казахстана и Москвы (больше на 2,82 %; 1,97 %).

Показатели длины тела мальчиков 9 и 10 лет не имели достоверных отличий с данными, полученными в исследованиях детей других регионов. В возрасте 13 лет длина тела обследованных нами мальчиков на 4,32 % превышала длину тела мальчиков Самары. Различия, вероятно, объясняются особенностью метода поперечных срезов, использованного автором, в результате которого школьники 11 и 14 лет имеют одинаковые значения показателя длины тела, что не согласуется с общебиологическими закономерностями. Полученные нами данные длины тела юношей 15 лет согласуются с данными других авторов, что демонстрирует рисунок 3.

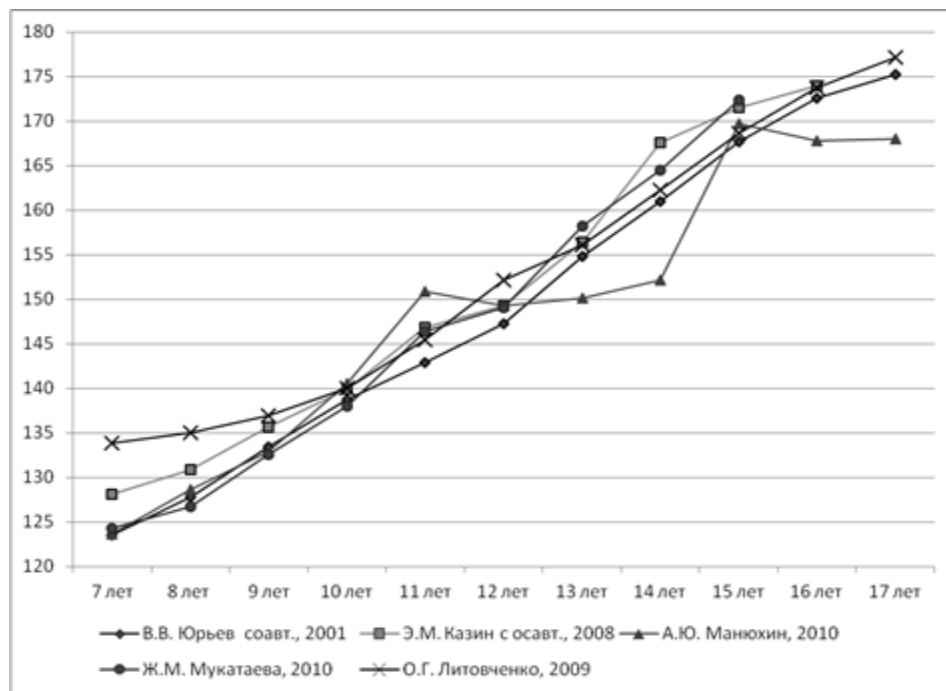


Рис. 3. Возрастная динамика длины тела (см) мальчиков 7–17 лет по данным различных авторов

В целом, различия в показателях длины тела мальчиков рассматриваемых географических регионов отмечаются в возрасте 7 – 8 и 13 – 14 лет, что, вероятно, может объясняться разновременным наступлением периодов «полуростового» или 1-ого ростового сдвига (7 – 8 лет у мальчиков) и пубертатного ускорения роста; а также особенностями метода исследования. Также следует отметить достоверно более высокие значения показателей длины тела мальчиков г. Сургута в возрасте 7 и 17 лет, по сравнению с мальчиками других регионов, на более высокие показатели длины тела детей Северных широт указывает М.Л. Берговина (2008).

В динамике показателя длины тела девочек обследованной нами популяции также наблюдается ряд различий с показателями их сверстниц других регионов (рис. 4).

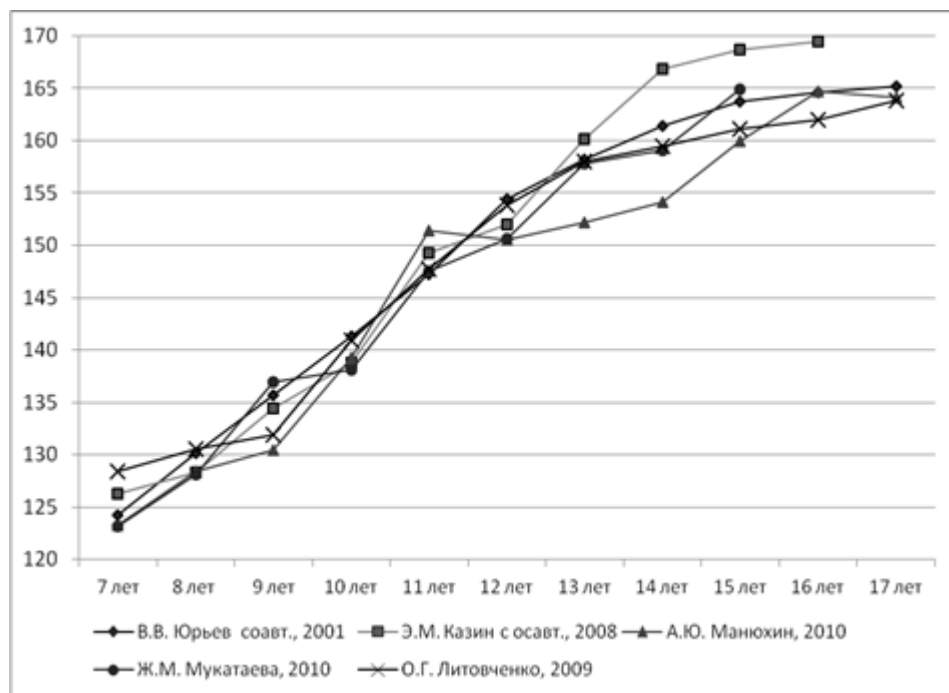


Рис. 4. Возрастная динамика длины тела (см) девочек 7 – 15 лет по данным различных авторов

Так в возрасте 7 лет длина тела обследованных девочек на 3,96 % ниже длины тела девочек г. Сургута, в возрасте 9 лет напротив длина тела обследованных девочек превышала длину тела девочек г. Сургута на 3,74 %, а также г. Самары (4,02 %). В возрасте 13 и 14 лет различия с девочками г. Самары сохраняются (4,14 %, 5,08 % соответственно). В возрасте 14 и 15 лет длина тела обследуемых девочек меньше значений данного показателя девочек г. Кемерово (2,98 % и 3,93 %).

Анализ приростов длины тела (Табл. 1), показал, что за первый год обучения средняя величина прироста составила 5,58 см (4,48 %), отличий между учащимися хореографического и музыкального профиля, а также учащимися разного пола не выявлено (прирост у мальчиков составил 5,54 см, у девочек – 5,61 см). Со второго по седьмой класс (возраст от 8 до 13 лет) суммарная прибавка длины тела учащихся в среднем составила 27,63 см. Суммарный прирост длины тела девочек за данный возрастной период закономерно был несколько больше, чем у мальчиков (28,46 см у девочек, 26,50 см у мальчиков), в связи с различиями в сроках полового созревания. Так, по данным В.В. Юрьева с соавт. (2008), период второго «вытягивания», именуемый также главным ростовым сдвигом, отмечается у девочек в более ранние сроки (с 10 до 14 лет), по сравнению с мальчиками (с 12 до 17 лет).

С 13 до 14 лет (7–8 класс) среднее значение годовой прибавки длины тела составило 4,72 см, в данном периоде отмечается более высокое значение прироста длины тела у мальчиков, по сравнению с девочками (6,25 см и 3,50 см соответственно). С 14 до 15 лет (8–9 класс) темпы роста мальчиков значительно выше, чем у их сверстниц (6,63 см и 0,34 см соответственно). По данным Н.Ж. Булгаковой с соавт. (1996) прирост длины тела в возрасте 13–14 лет составил 2,4 см у мальчиков и 2,94 см у девочек; средняя величина прироста длины тела в возрасте 14–15 лет составляет 7,56 см у мальчиков, и 1,04 см у девочек.

Таблица 1

*Среднегрупповые темпы прироста показателя длины тела (см) учащихся 7–16 лет хореографического (ХП) и музыкального (МП) профилей обучения*

Средний возраст учащихся	Год обучения	Мальчики		Девочки		Все	
		ХП	МП	ХП	МП	М	Д
7,42–7,91	1 класс осень–весна	3,09	3,09	2,98	2,96	3,27	2,97
7,91–8,40	1 – 2 класс весна–осень	2,00	2,76	2,87	2,48	2,27	2,64
8,40–8,91	2 класс осень–весна	0,53	-	2,15	4,65	1,23	2,05
13,02–13,42	6 – 7 класс весна–осень	1,97	6,98	1,82	1,09	3,17	3,57
13,42–13,92	7 класс осень–весна	4,08	3,88	2,50	2,20	18,12	21,27
13,92–14,33	7 – 8 класс весна–осень	3,46	1,40	0,26	1,13	3,97	1,56
14,33–14,83	8 класс осень–весна	1,99	2,75	0,62	-0,23	4,13	2,33
14,83–15,31	8 – 9 класс весна–осень	5,30	2,33	0,73	0,23	2,13	1,17
15,31–15,83	9 класс осень–весна	4,75	1,58	1,50	2,71	2,56	-0,10

Значительные различия между учащимися 14–15 лет разных профилей обучения, более высокие темпы роста учащихся хореографического класса (5,40 см и

1,84 см у учащихся хореографического и музыкального профилей соответственно), могут указывать на более позднее начало пубертатного скачка роста у учащихся, занимающихся по направлению «хореография». Среднее значение годового прироста длины тела с 14 до 15 лет составило 3,63 см.

Более частной закономерностью неравномерности изменений скорости роста является сезонная периодичность темпов роста, с преобладанием в летние месяцы года [28]. Подобная закономерность отчасти прослеживается у мальчиков обоих профилей обучения (Табл. 1), у девочек, скорее наблюдается обратная закономерность: значения приростов длины тела за период «весна–осень» в большинстве случаев либо сопоставимы, либо меньше приростов за период «осень–весна».

## ВЫВОДЫ

В результате исследования возрастной динамики показателя длины тела детей 7 – 16 лет г. Челябинска, обучающихся в условиях гимназии с углубленным изучением образовательной области «Искусство», нами были получены следующие выводы:

1) Среднегрупповые значения длины тела учащихся обоого пола в динамике наблюдения соответствовали возрастно-половым стандартам.

2) У учащихся 7 – 16 лет имеются различия возрастной динамики длины тела в зависимости от профиля обучения. Достоверные различия между показателями длины тела учащихся хореографического и музыкального профилей были выявлены в возрасте 13 – 15 лет. При этом на момент поступления в школу и к возрасту 15 лет показатели длины тела учащихся разных профилей не имели достоверных различий

3) В изучаемой нами популяции отчетливый первый перекрест ростовых кривых не наблюдается. Второй перекрест кривых динамики длины тела обследуемых мальчиков и девочек приходится на возраст 14 лет. Достоверные различия между мальчиками и девочками по показателю длины тела проявляются в возрасте 15 лет.

4) В сравнительном аспекте длина тела мальчиков и девочек изучаемой нами популяции имела ряд отличий с показателями детей других регионов. В целом, различия в показателях длины тела мальчиков рассматриваемых географических регионов отмечаются в возрасте 7 – 8 и 13 – 14 лет.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ФГБОУ ВПО «ЧГПУ» 2012 г., гранта Министерства образования и науки Российской Федерации, Проект № 4.1187.2011.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация и здоровье. Теоретические и прикладные аспекты: коллективная монография / Э.М. Казин, С.Б. Лурье, В.Г. Селятицкая и др. Ответственный редактор Э.М. Казин. – 2-е издание, с изменениями и дополнениями. – Кемерово: Изд-во КРИПКиПРО, 2008. – 299 с.

2. Баранов А.А. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности: Руковод-



ство для врачей / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 352 с.

3. Баранов А.А. Оценка здоровья детей и подростков при профилактических осмотрах (руководства для врачей) / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: Династия, 2004. – 168 с.

4. Баранов А.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина. – М.: Издатель Научный центр здоровья детей РАМН, 2008. – 216 с.: ил.

5. Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер / 4-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2009. – 416 с.

6. Берговина М.Л. Характеристика роста и развития детей 7-16 лет разных широт Севера России: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 – физиология / Мария Леонидовна Берговина. – Сыктывкар, 2008. – 160 с.;

7. Булгакова Н.Ж. Оценка физического развития и двигательной подготовленности пловцов и школьников 11-16 лет, не занимающихся спортивным плаванием / Н.Ж. Булгакова, И.В. Чеботарева // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 1. – С. 49–52.

8. Быков Е.В. Адаптация к школьным нагрузкам учащихся общеобразовательных учреждений нового типа / Е.В. Быков, А.П. Исаев // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 5. – С. 78-81.

9. Вирабова А.Р. Личностно ориентированное обучение детей и подростков: проблемы и пути решения / А.Р. Вирабова, В.Р. Кучма, М.И. Степанова. – М.: Пробел, 2006. – 436 с.

10. Выставкина В.Ф. Морфологические и функциональные особенности подростков 13-15 лет с различным уровнем двигательной активности: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 – физиология / Валентина Федоровна Выставкина. – Бийск, 2006. – 128 с.

11. Гребнева Н.Н. Функциональные резервы и формирование детского организма в условиях Западной Сибири: Автореф. ... докт. биол. наук: 03.00.13 – физиология / Надежда Николаевна Гребнева. – Томск, 2001. – 47 с.

12. Здоровосберегающие технологии в общеобразовательной школе: методология анализа, формы, методы, опыт применения: метод. рекомендации / Под ред. М.М. Безруких, В.Д. Сонькина. – М.: Триада-фарм, 2002. – 114 с.

13. Кучма В.Р. Руководство по гигиене и охране здоровья школьников / В.Р. Кучма, Г.Н. Сердюковская, А.К. Демин. – М., 2000. – 152 с.

14. Литовченко О.Г. Особенности морфофункционального и психофизиологического развития уроженцев Среднего Приобья в возрасте 7-20 лет: Дис. ... докт. биол. наук: 03.00.13 – физиология / Ольга Геннадьевна Литовченко. – Челябинск, 2009. – 285 с.

15. Макунина О.А. Динамика морфофункциональных показателей учащихся 7-10 лет в зависимости от профиля обучения: Дис. ... канд. биол. наук / Ольга Александровна Макунина. – Челябинск, 2005. – 153 с.

16. Максимова Т.М. Состояние здоровья, условия жизни и медицинское обеспечение детей в России / Т.М. Максимова, В.Б. Белов, Н.П. Лушкина и др. – М., 2008. – 367 с.

17. Манюхин А.И. Соматофизиологическая характеристика физического развития детей и подростков г. Самары: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 – физиология / Манюхин Артем Игоревич. – Челябинск, 2010. – 24 с.
18. Мукатаева Ж.М. Морфофункциональные и психофизиологические особенности развития детей и подростков: монография / Ж.М. Мукатаева. – Павлодар, 2010. – 248 с.
19. Никитюк Б.А. Морфология человека / Б.А. Никитюк, В.П. Чтецов. – М.: МГУ, 1990. – 342 с.
20. Параничева Т.М. Функциональная готовность к школе детей 6-7 лет / Т.М. Параничева, Е.В. Тюрина // Новые исследования. – 2012. – № 1. – С. 135-144.
21. Рубанович В.Б. Морфофункциональное развитие детей и подростков разных конституциональных типов в зависимости от двигательной активности: Дис. ... докт. биол. наук: 03.00.13 – физиология / Виктор Борисович Рубанович. – Томск, 2004. – 338 с.
22. Сонькин В.Д. Основные закономерности и типологические особенности роста и физического развития / В.Д. Сонькин, И.А. Корниенко, Р.В. Тамбовцева, В.В. Зайцева, С.И. Изаак // Физиология развития ребенка / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М., 2000. – С. 31-60.
23. Фарбер Д.А. Методологические аспекты изучения физиологического развития ребенка / Д.А. Фарбер, М.М. Безруких // Физиология человека. – М., 2001. – Т. 27. – № 5. – С. 8-16.
24. Харрисон Дж. Биология человека / Дж. Харрисон, Дж. Уайнер, Дж. Тэннер, Н. Барникот, В. Рэйнолдс. – 2-е издание. Сонькин В.Д. Основные закономерности и типологические особенности роста и физического развития. – М.: Мир, 1979. – 613 с.
25. Шибкова Д.З. Здоровьесберегающая деятельность школы: системный подход / Д.З. Шибкова, Ю.В. Смирнова // Качество образования в школе. – М.: Современное образование, 2008. – № 6. – С. 51-65.
26. Шибкова Д.З. Организация здоровьесформирующей среды с использованием автоматизированной программы «Мониторинг здоровья»: монография / Д.З. Шибкова, П.А. Байгужин. – Челябинск: Челяб. гос. пед. ун-т, 2011. – 153 с.
27. Шибкова О.В. Особенности морфофункционального развития учащихся младших классов при адаптации к интеллектуальным нагрузкам: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 – физиология / О.В. Шибкова. – Челябинск, 2011. – 23 с.
28. Юрьев В.В. Рост и развитие ребенка / В.В. Юрьев, А. С. Симаходский, Н.Н. Воронович, М.М. Хомич. – СПб: СПбГПМА, 2000. – 197 с.
29. Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников – жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика скрининг-оценки: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: в виде научного доклада / Юлия Абрамовна Ямпольская. – М., 2000. – 76 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ СЕЛЬСКИХ ШКОЛЬНИКОВ

Е.А. Калюжный<sup>1</sup>, Ю.Г. Кузмичев, В.Н. Крылов,  
С.В. Михайлова, Е.А. Болтачева, Н.В. Жулин  
Арзамасский государственный  
педагогический институт им. А.П. Гайдара  
Центр здоровья для детей, Арзамас

*Изучена динамика (1969–2012 гг.) и представлены нормативы функциональных показателей сельских школьников Нижегородской области.*

**Ключевые слова:** сельские школьники, физическое развитие, функциональные показатели, пробы Штанге, Генчи, Мартине-Кушелевского.

**Characteristics of functional reserves in pupils from rural areas.** The paper presents the study of dynamics (1969-2012) and norms of functional indicators in pupils living in rural areas of Nizhny Novgorod region.

**Key words:** pupils from rural areas, physical development, functional indicators, tests by Stange, Genci, Martin-Kushelevsky.

Определение показателей функционального состояния растущего организма - составная часть характеристики физического развития, обязательный критерий комплексной оценки здоровья детей и подростков (Приказы МЗ РФ № 621 от 30.12.2003, № 487 от 29.07.2005). Физиометрические показатели и тесты характеризуют функциональное состояние организма. При прочих равных условиях оно будет лучше у того ребенка, у которого их величины выше, указывая таким образом на хороший уровень физической дееспособности относительно сверстников [2,7]. Обновление нормативов оценки показателей функционального состояния сельских школьников в Нижегородской области не проводилось с 1969 г. [1,8].

Цель исследования заключалась в изучении характеристик функциональных показателей и их динамики у сельских школьников Нижегородской области и представлении их современных нормативов.

### ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено по результатам профилактических медицинских осмотров с комплексной оценкой здоровья по программе автоматизированного компьютерного диагностического обследования (АКДО) 2891 учащихся СОШ Нижегородской области (1419 мальчиков и 1472 девочек) в возрасте 7 - 17 лет в течение 2011/12 учебного года [4,5]. Критерии включения: учащиеся 1-11 классов сельских СОШ. Критерии исключения: 1) дети с органическими поражениями, 2) острое респираторное заболевание, 3) период обострения хронических заболеваний.

---

Контакты: <sup>1</sup> Калюжный Е.А. E-mail: <eakmail@mail.ru>

Функциональные тесты проведены у 890 учащихся СОШ Нижегородской области (442 мальчика и 448 девочек): проба Мартине-Кушелевского (20 приседаний за 30 с), дыхательные пробы Штанге и Генчи.

По результатам обследования создана персонифицированная база данных, статистическая обработка проведена с использованием программ офисного пакета «EXCEL 2003» и «Биостат» [3].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам динамометрии во всех возрастно-половых группах у школьников установлены биологически обусловленные закономерности: средние значения мышечной силы правой руки (ДПК) выше, чем левой (ДЛК); оба показателя увеличиваются с возрастом школьников; показатели у мальчиков более высокие, чем у девочек одного возраста, различия более выражены у школьников старших классов. У мальчиков 7-11 лет по данным стандарта 1969 года ДПК больше, чем у современников, а у 15-летних мальчиков – меньше. Аналогичную тенденцию имеют показатели ДЛК, исключение составляют современные подростки в 11, 13 и 16 лет (табл. 1, 2; здесь и далее \* – различия достоверны для  $p \leq 0,05$ ).

Во всех возрастных группах у мальчиков средние показатели жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) также выше, чем у девочек. В 15-16 лет отметили максимальный годовой прирост ЖЕЛ у мальчиков на 0,5 л, у девочек прирост ЖЕЛ был равномерен (на 0,1-0,3 л). Показатели ЖЕЛ у мальчиков 1969 и 2012 годов имеют статистически значимые различия в возрастных группах 10-11 лет и 15-16 лет, среди которых только 10-летние дети прошлого столетия превышают показатели этого признака современных школьников. Показатели ЖЕЛ у девочек 1969 и 2012 годов имеют статистически значимые различия во всех возрастных группах кроме 8 и 13-14 лет.

Сельские девочки прошлого столетия превышают показатели современниц по ЖЕЛ только среди 7-летних, а по силе правой руки среди 7-11 и 16-17 лет (Табл. 1, 2).

Большую информативность представляет нормирование физиометрических показателей в виде индекса их отношения к длине (ДТ) и массе (МТ) тела (табл. 3, 4). Установили меньшие величины показателей у девочек, чем у мальчиков во всех возрастных группах. У мальчиков показатели ДПК/МТ и ЖЕЛ/МТ характеризуются отчетливым возрастным нарастанием, а у девочек - только ЖЕЛ/МТ. Значения жизненного индекса (ЖЕЛ/МТ) у современных школьников стали ниже, чем 40 лет назад, у школьниц эта тенденция прослеживается только в младших возрастных группах.

Динамика показателей экскурсии грудной клетки у сельских школьников также показывает снижение ее значений за прошедшие 40 лет (табл. 5, 6) при сохранении статистически значимых гендерных различий с их преобладанием у лиц мужского пола среди современных школьников 10-13 и 15-17 лет, а среди школьников прошлого столетия – в 8, 10-11 и 13-15 лет.

Таблица 1

*Динамика и нормативы функциональных показателей  
сельских мальчиков*

Признак	Возраст, годы	Мальчики					
		1969		2012		±Δ	P
		N	M±σ	N	M±σ		
Жизненная емкость легких, л.	7	93	1,4±0,36	131	1,4±0,27	0	1,000
	8	163	1,6±0,36	199	1,6±0,31	0	1,000
	9	153	1,8±0,34	235	1,8±0,27	0	1,000
	10	129	2,1±0,39	190	1,9±0,33	-0,2	0,000
	11	128	2,1±0,36	207	2,2±0,34	+0,1	0,011
	12	159	2,3±0,43	238	2,4±0,46	+0,1	0,175
	13	168	2,6±0,44	205	2,6±0,46	0	1,000
	14	154	2,9±0,56	199	3,0±0,58	+0,1	0,104
	15	176	3,2±0,64	179	3,6±0,74	+0,4	0,000
	16	123	3,7±0,65	197	4,0±0,71	+0,3	0,000
Динамометрия правой кисти, кг.	7	86	12,0±2,45	129	9,7±2,79	-2,3	0,000
	8	161	13,6±3,18	196	12,1±3,46	-1,5	0,000
	9	152	16,0±3,58	235	13,9±3,83	-2,1	0,000
	10	129	17,9±4,07	187	16,4±4,14	-1,5	0,002
	11	131	20,0±4,37	206	18,6±4,21	-0,4	0,004
	12	158	21,4±5,11	240	21,2±5,16	-0,2	0,704
	13	168	23,3±5,87	207	24,2±5,92	+0,9	0,143
	14	154	26,6±6,62	202	27,5±6,83	+0,9	0,213
	15	173	31,5 ±8,36	178	33,9±8,31	+2,4	0,007
	16	126	37,2±7,62	197	37,1±8,68	-0,1	0,916
Динамометрия левой кисти, кг.	7	86	11,3±2,34	129	9,1±3,09	-2,2	0,000
	8	163	12,4±2,79	196	11,5±3,16	-0,9	0,005
	9	152	14,3±2,63	235	13,2±3,78	-1,1	0,002
	10	129	17,3±3,55	187	15,3±3,92	-2,0	0,000
	11	131	16,2±4,05	206	17,6±4,06	+1,4	0,002
	12	161	18,9±4,29	240	19,7±5,05	+0,8	0,100
	13	168	21,3±6,06	207	22,7±5,34	+1,4	0,018
	14	154	24,9±5,41	202	25,8±6,11	+0,9	0,149
	15	176	29,0±7,71	178	31,8±7,32	+2,8	0,000
	16	123	34,5±8,46	196	36,5±8,77	+2,0	0,045
17	46	38,7±8,84	126	37,3±8,33	-1,4	0,339	

Таблица 2

*Динамика и нормативы функциональных показателей  
сельских девочек*

Признак	Возраст, годы	Девочки					
		1969		2012		±Δ	P
		N	M±σ	N	M±σ		
Жизненная емкость легких, л.	7	72	1,4±0,35	133	1,3±0,22	-0,1	0,013
	8	176	1,5±0,35	186	1,5±0,25	0	1,000
	9	161	1,6±0,35	202	1,7±0,28	+0,1	0,003
	10	125	1,7±0,36	207	1,8±0,31	+0,1	0,008
	11	159	1,9±0,37	199	2,0±0,33	+0,1	0,007
	12	169	2,1±0,38	246	2,2±0,37	+0,1	0,001
	13	201	2,4±0,47	260	2,4±0,38	0	1,000
	14	212	2,6±0,48	206	2,6±0,44	0	1,000
	15	163	2,6±0,45	266	2,9±0,53	+0,3	0,000
	16	167	2,9±0,43	342	3,0±0,53	+0,1	0,034
17	65	3,0±0,47	177	3,2±0,48	+0,2	0,004	
Динамометрия правой кисти, кг.	7	73	10,5±2,62	135	8,7±2,75	-1,8	0,000
	8	177	11,3±2,45	183	10,1±3,14	-1,2	0,000
	9	161	13,4±2,90	199	12,0±3,50	-1,4	0,000
	10	125	14,3±3,26	205	13,3±3,58	-1,0	0,011
	11	159	16,4±4,39	202	15,5±4,21	-0,9	0,049
	12	169	16,4±3,51	250	18,2±4,67	+1,8	0,000
	13	199	20,1±4,95	264	21,2±5,51	+1,1	0,027
	14	210	22,8±5,40	205	23,0±5,04	+0,2	0,697
	15	163	23,7±5,18	268	23,7±5,18	0	1,000
	16	166	25,3±5,70	343	23,8±5,63	-1,5	0,005
17	57	25,3±4,70	176	23,6±5,66	-1,7	0,042	
Динамометрия левой кисти, кг.	7	73	10,7±2,17	135	8,4±2,91	-2,3	0,000
	8	177	10,5±2,19	182	9,7±2,99	-0,8	0,004
	9	161	11,9±2,72	199	11,6±3,02	-0,3	0,328
	10	125	13,1±2,80	205	12,7±3,53	-0,4	0,262
	11	159	14,8±3,88	201	14,6±4,21	-0,2	0,643
	12	168	15,1±3,26	249	17,0±4,54	+1,9	0,000
	13	199	18,3±4,83	263	19,6±5,08	+0,9	0,006
	14	217	20,6±5,16	205	21,2±4,84	+0,6	0,219
	15	151	21,8±10,18	267	21,7±4,90	-0,1	0,892
	16	166	24,1±4,75	343	21,4±5,23	-2,7	0,000
17	58	24,1±4,90	177	21,6±4,89	-2,5	0,000	

Таблица 3

*Динамика нормированных показателей ЖЕЛ и ДПК на длину и массу тела у сельских мальчиков*

Возраст	ДПК/МТ		ДПК/ДТ		ЖЕЛ/МТ		ЖЕЛ/ДТ	
	1969 г	2012 г	1969 г	2012 г	1969 г	2012 г	1969 г	2012 г
7	0,50	0,47	9,47	9,39	6,1	5,83	1,17	1,16
8	0,51	0,48	10,07	10,54	6,5	6,00	1,3	1,31
9	0,55	0,49	11,19	11,46	6,9	5,99	1,41	1,39
10	0,60	0,51	13,11	12,77	7,3	5,93	1,59	1,46
11	0,51	0,52	11,87	13,38	6,6	6,10	1,54	1,60
12	0,54	0,51	13,36	14,29	6,5	5,95	1,63	1,65
13	0,55	0,52	14,45	15,58	6,7	5,78	1,76	1,73
14	0,58	0,56	16,22	17,06	6,7	6,12	1,9	1,87
15	0,59	0,57	18,12	19,48	6,5	6,22	2,0	2,13
16	0,63	0,63	21,06	22,42	6,7	6,42	2,26	2,28
17	0,66	0,60	23,13	22,36	7,7	6,61	2,69	2,44

Таблица 4

*Динамика нормированных показателей ЖЕЛ и ДПК на длину и массу тела у сельских девочек*

Возраст	ДПК/МТ		ДПК/ДТ		ЖЕЛ/МТ		ЖЕЛ/ДТ	
	1969 г	2012 г	1969 г	2012 г	1969 г	2012 г	1969 г	2012 г
7	0,47	0,42	8,8	8,05	6,2	5,46	1,17	1,05
8	0,47	0,41	9,19	8,65	6,3	5,60	1,22	1,18
9	0,52	0,43	10,58	9,70	6,3	5,73	1,26	1,31
10	0,51	0,43	10,83	10,35	6	5,78	1,29	1,38
11	0,51	0,42	12,09	10,56	5,9	5,61	1,4	1,41
12	0,47	0,44	11,51	12,56	6,1	5,32	1,47	1,50
13	0,48	0,45	13,52	13,84	5,8	5,22	1,61	1,59
14	0,51	0,45	14,81	14,18	5,8	5,26	1,69	1,64
15	0,47	0,46	15,09	15,23	5,2	5,25	1,66	1,74
16	0,48	0,44	16,02	15,30	5,5	5,45	1,84	1,88

Для суждения о кислородном обеспечении организма проведены функциональные пробы на задержку дыхания - функциональная нагрузка с задержкой дыхания после вдоха (проба Штанге) и после выдоха (проба Генчи), Различия в показателях пробы Штанге у детей 7-15 лет, обследованных в 1969 и 2012 годах статистически значимо указывают на снижение устойчивости современных школьников всех возрастных групп к гипоксии (кроме 7-летних мальчиков). Проба Генчи показывает более высокие результаты у школьников 2012 г., но статистически значимых различий при этом у них не выявлено, кроме мальчиков 7 лет.

Таблица 5

*Динамика и нормативы показателей экскурсии грудной клетки,  
проб Штанге и Генчи у сельских мальчиков*

Признак	Возраст, годы	Мальчики					
		1969		2012		±Δ	P
		N	M±σ	N	M±σ		
Экскурсия грудной клетки, см	7	93	6,45±1,64	43	4,42±0,73	-2,03	0,000
	8	162	6,81±1,48	61	4,80±0,99	-2,01	0,000
	9	153	6,91±1,26	48	4,93±1,12	-1,98	0,000
	10	130	7,67±1,82	38	5,1±1,25	-2,57	0,000
	11	130	7,99±1,46	30	5,75±1,14	-2,24	0,000
	12	161	7,78±1,53	41	6,02±1,66	-1,76	0,000
	13	171	7,87±1,56	33	6,48±1,37	-1,39	0,000
	14	154	7,66±1,45	30	6,1±1,09	-1,56	0,000
	15	173	7,88±1,81	31	6,87±1,23	-1,01	0,003
	16	123	8,65±2,14	35	6,97±1,17	-1,68	0,000
17	55	8,85±1,97	35	7,66±1,28	-1,19	0,002	
Проба Штанге, сек	7	32	29,4±17,8	37	29,8±7,04	+0,4	0,900
	8	46	44,7±20,9	57	31,9±6,47	-12,8	0,000
	9	48	44,3±19,1	51	38,1±9,16	-6,2	0,040
	10	48	56,0±18,5	34	37,9±8,88	-18,1	0,000
	11	46	51,2±21,9	40	40,2±6,20	-11,0	0,003
	12	48	61,9±24,8	43	43,4±7,2	-18,5	0,000
	13	48	61,0±22,8	34	45,7±6,67	-15,3	0,000
	14	47	64,2±26,5	28	52,7±6,65	-11,5	0,028
	15	44	73,0±23,7	29	54,2±7,99	-18,8	0,000
	16	-	-	27	55,8±8,43	-	-
17	-	-	25	63,8±8,1,5	-	-	
Проба Генчи, сек	7	32	14,8±7,5	37	18,8±5,46	+4,0	0,013
	8	46	18,3±7,7	57	17,9±4,43	-0,4	0,621
	9	48	19,8±8,2	51	20,2±4,82	+0,4	0,766
	10	48	22,6±6,1	34	23,1±4,68	+0,5	0,689
	11	46	24,4±10,9	40	23,7±4,54	-0,7	0,706
	12	48	21,4±6,7	43	23,2±4,53	+1,8	0,141
	13	48	24,0±6,6	34	24,4±3,9	+0,4	0,754
	14	47	25,2±9,7	28	26,9±4,31	+1,7	0,384
	15	44	28,0±11,9	29	28,2±4,97	+0,2	0,932
	16	-	-	27	27,5±3,69	-	-
17	-	-	25	28,5 ±4,41	-	-	

Проба Мартине-Кушелевского используется для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы на малые (легкие) нагрузки. Соотношения различных количественных показателей ЧСС и АД выявляют качественные особенности, позволяя определить степень напряжения организма к нагрузке, тип реакции сердечно-сосудистой системы.



Таблица 6

*Динамика и нормативы показателей экскурсии грудной клетки,  
проб Штанге и Генчи у сельских девочек*

Признак	Возраст, годы	Девочки					
		1969		2012		±Δ	P
		N	M±σ	N	M±σ		
Экскурсия грудной клетки, см	7	73	6,40±1,30	35	4,30±0,89	-2,10	0,000
	8	175	6,25±1,63	45	4,70±1,25	-1,55	0,000
	9	161	6,92±1,39	39	4,87±1,10	-2,05	0,000
	10	125	7,20±1,61	32	4,35±0,95	-2,85	0,000
	11	159	9,14±1,62	37	4,46±1,04	-4,68	0,000
	12	169	7,90±1,57	31	4,90±1,37	-3,0	0,000
	13	120	8,29±1,59	39	5,37±1,24	-2,92	0,000
	14	213	9,40±1,81	30	5,73±0,94	-3,67	0,000
	15	163	8,48±1,78	38	6,05±1,21	-2,43	0,000
	16	168	8,46±1,84	39	6,30±1,08	-2,16	0,000
17	65	8,63±1,60	38	6,87±1,59	-1,76	0,000	
Проба Штанге, сек	7	34	32,0±13,4	32	28,3±5,42	-3,7	0,151
	8	45	38,4±18,8	46	29,8±6,47	-8,6	0,004
	9	46	42,6±20,0	27	32,1±6,71	-10,5	0,010
	10	46	51,4±24,1	23	31,9±4,15	-19,5	0,000
	11	47	44,7±21,2	39	33,9±4,91	-10,8	0,003
	12	47	48,6±23,6	36	36,6±6,57	-12,0	0,004
	13	45	50,4±19,2	30	37,0±5,66	-13,4	0,000
	14	48	54,9±23,1	20	40,7±6,43	-14,2	0,009
	15	46	60,5±24,3	27	39,8±6,72	-20,7	0,000
	16	-	-	29	43,3±6,89	-	-
17	-	-	34	43,5±6,23	-	-	
Пробе Генчи, сек	7	34	15,5±6,5	32	17,4±3,57	+1,9	0,119
	8	45	17,3±7,9	46	18,3±3,64	+1,0	0,438
	9	46	19,2±7,9	27	19,7±4,65	+0,5	0,766
	10	46	23,0±10,6	23	19,6±2,13	-3,4	0,134
	11	47	20,3±7,3	39	21,4±4,37	+1,1	0,411
	12	47	21,3±7,6	36	21,4±3,53	+0,1	0,942
	13	45	19,8±10,9	30	22,5±3,76	+2,7	0,196
	14	48	24,2±7,0	20	23,1±4,54	-1,1	0,520
	15	46	26,2±9,9	27	22,3±3,94	-3,9	0,055
	16	-	-	29	24,2±3,75	-	-
17	-	-	34	26,3±4,07	-	-	

Легкую степень напряжения организма к нагрузке определили у 59,7% школьников, умеренную – у 23,8% и выраженную – 16,4%.

Нормотонический тип реакции, при которой учащению пульса соответствует уровень повышения пульсового давления, зарегистрирован у 51,3% школьников. Астенический тип реакции, за счет значительного прироста ЧСС на фоне стабильного пульсового давления, определен у 26,2%.

Гипертонический тип реакции на физическую нагрузку установлен у 13,6% школьников. Парадоксальный тип реакции с длительным восстановлением ЧСС и АД, или с урежением ЧСС, или снижением САД ниже исходного уровня («отрицательная фаза» ЧСС, АД) в восстановительном периоде, выявили у 6,5% обследованных. У остальных (2,7%) – ступенчатый и дистонический типы. Таким образом, у большинства сельских школьников при определении функционального состояния выявили хорошую и удовлетворительную адаптацию сердечно-сосудистой системы к нагрузке.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования показали, что за последние 40 лет произошли незначительные изменения показателей функционального состояния сельских школьников со снижением в целом адаптационных ресурсов. Полученные данные представлены в качестве современных нормативов для оценки физического развития сельских школьников [5,6].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возрастно-половые нормативы некоторых показателей функции внешнего дыхания у детей 6-15 лет: методическое письмо / В.Н. Рязанов, Д.А. Долженко. – Горький: Изд-во ГНИПИ МЗ РСФСР, 1967. – 50 с.
2. Гигиена детей и подростков: руководство к практическим занятиям: учебное пособие / под ред. проф. В.Р. Кучмы. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 560 с.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
4. Калюжный Е.А. Особенности физического развития сельских школьников Арзамасского района / Е.А. Калюжный, Ю.Г. Кузмичев, С.В. Михайлова, Е.А. Болтачева, Н.В. Жулин // Вестник Московского государственного областного университета. – №3. – 2012. – С. 15-19.
5. Комплексная оценка физического развития школьников: методические указания / Разр. Е.А. Калюжный, Ю.Г. Кузмичев, Е.С. Богомолва и др.; НГМА, АГПИ. – Арзамас: АГПИ, 2012. – 80 с.
6. Оценочные таблицы физического развития сельских школьников Нижегородской области: методические указания. Приказ Департамента здравоохранения Нижегородской области № 1719, 19. 07. 2012.
7. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий [Текст] / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина. – М.: Издатель Научный центр здоровья детей РАМН. 2008 – 216 с.
8. Физическое развитие и некоторые функциональные показатели сердечно-сосудистой системы у сельских школьников. Методические указания / Сост. Н.А. Матвеева, И.И. Мясникова, Л.И. Лозовская и др. – Горький: Изд-во «Горьковская правда», 1971. – 48 с.

# ПСИХОЛОГИЯ СПОРТА

## САМООЦЕНКА ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ СПОРТИВНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ

О.А. Макунина<sup>1</sup>  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный  
университет физической культуры», Челябинск

*В статье представлены результаты пилотного исследования по самооценке волевых качеств студентов разных спортивных специализаций. Представленный материал является фрагментом исследования по изучению психофизиологических механизмов развития волевой сферы студентов-спортсменов.*

**Ключевые слова:** самооценка, волевые качества, целеустремлённость, настойчивость и упорство, смелость и решительность, инициативность и самостоятельность, самообладание и выдержка.

**Self-estimation of will power by students-athletes.** *The article presents the results of the pilot research on self-estimation of willpower in students of different sports specializations. This material is a part of research on psychophysiological mechanisms of development of will in students-athletes.*

**Key words:** *a self-estimation, will power, purposefulness, persistence and persistence, boldness and resoluteness, initiative and independence, self-control and endurance.*

Волевая сфера достаточно сильно начинает проявляться в студенческий период, и определяет успешность личностного и профессионального развития. Сама специфика деятельности влияет на развитие уровня сформированности волевой сферы. Это вызвано тем, что молодые люди в большей степени включены в единый поток процессов социализации и индивидуализации [4], в целенаправленно организованную самостоятельную деятельность.

В литературе отмечают на недостаточность исследований посвященных изучению волевой сферы личности студента [1, 3, 7, 8 и др.].

Как в общей, так и в спортивной психологии, проблема воли, волевых качеств и волевых усилий изучена достаточно широко (А.Ф. Лазурский, 1916, С.Л. Рубинштейн, 1946, Н.Д. Левитов, 1956, А.Ц. Пуни, 1960, П.А. Рудик, 1962, В.К. Калинин, 1968, В.С. Мерлин, 1971, В.А. Крутецкий, 1974, В.И. Селиванов, 1974, В.А. Иванников, 1988, Е.П. Щербаков, 1990, С.Я. Самулкин, 2004, О.Н. Яцков, 2006, Д.Ю. Жихарев, 2007, Е.П. Ильин, 2009, Е.В. Зефирова, 2012 и др.). Недостаточно полно изучены физиологические и психофизиологические механизмы проявления волевых качеств личности, волевая активность в спорте, ее структура и детерминанты, особенности в различных видах спорта [7].

В настоящее время в связи с ростом профессионализации спорта высших достижений и наступающего ренессанса массового и юношеского спорта, изучение основ процесса развития волевой активности у занимающихся физической куль-

---

Контакты: <sup>1</sup> Макунина О.А. E-mail: <oamakunina@mail.ru>

турой и спортом, основ процесса волевой подготовки спортсменов по различным видам спорта с учетом их индивидуальности и спортивной специализации является важной научно-исследовательской задачей [1, 2].

Любая структура волевых качеств представляет собой динамическую систему, в которой ведущая и поддерживающая роли различных качеств меняются. Динамика эта определяется динамикой самой деятельности и возникающих в ней препятствий, требующих проявления определённых качеств [6].

Вышеизложенное актуализирует тему данного исследования. Отметим, что представленный материал является результатом пилотного исследования по изучению психофизиологических механизмов волевой регуляции студентов различных спортивных специализаций.

**Цель исследования:** выявить структуру и психологические особенности волевой сферы студентов различных спортивных специализаций.

Методологической основой исследования являются: принцип единства сознания и деятельности (С.Л. Рубинштейн); принцип развития (Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, Б.Г. Ананьев, А.И. Подольский, О.А. Карабанова, В.В. Рубцов). В работе использованы теоретические положения отечественных и зарубежных психологов: деятельностный подход к изучению личности (А.Н. Леонтьев, Д.Б. Эльконин), системный подход (Б.Ф. Ломов), положение о личностном волевом действии (С.Л. Рубинштейн), концепция поуровневого развития личности в онтогенезе (Д.И. Фельдштейн).

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение уровня развития волевых качеств студентов спортсменов осуществлялась по опроснику Н.Б.Самбуловой (входит в Компендиум психологических методик России и СССР 1907-2007) [3]. Опросник состоит из пяти шкал по 20 утверждений в каждой и позволяет измерять уровень развития таких волевых качеств, как целеустремлённость, настойчивость и упорство, смелость и решительность, инициативность и самостоятельность, самообладание и выдержка по параметрам выраженности и генерализованности. Под выраженностью качества понимается наличие и устойчивость проявления основных его признаков, под генерализованностью – универсальность качества, т. е. широта его проявления в различных жизненных ситуациях и видах деятельности.

Обработка полученных данных осуществлялась математико-статистическими методами, включающими в себя описательные статистики, коэффициент корреляции, критерий t-Стьюдента.

Обследуемые студенты были распределены на пять групп в зависимости от избранного вида спорта по общепринятой классификации [5]: спортивные игры (n=48), единоборства (n=36), циклические (n=51), скоростно-силовые (n=25), экстремальные виды спорта (n=21).

Распределение обследованных студентов по уровню спортивных достижений представлено в таблице 1. Данные таблицы свидетельствуют, что контингент обследуемых может быть отнесён к направлению спорта высших достижений [5].

Таблица 1

Распределение студентов (n=181) по уровню спортивных достижений

Спортивные достижения	Кол-во, %
Чемпионы	5,5
Мастера спорта	18,2%
Кандидаты в мастера спорта	40,3%
Разрядники	35,9%

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ уровня развития волевых качеств студентов различных спортивных специализаций показал преобладание студентов с низким уровнем развития. Об этом свидетельствует психограмма (рис. 1) – все значения волевых качеств имеют диапазон от 16 до 23 единиц. Характеризуя индивидуальные значения развития волевых качеств, мы определили, что по разным волевым качествам количество студентов с низким уровнем развития составило: от 40 до 56% – спортсмены игровых видов, от 23 до 70% – единоборцы, от 40 до 63% – циклические, скоростно-силовые и экстремальные виды спорта. Среди всех обследованных лишь 4,2% студентов различных видов спорта имеют высокий уровень развития волевых качеств.

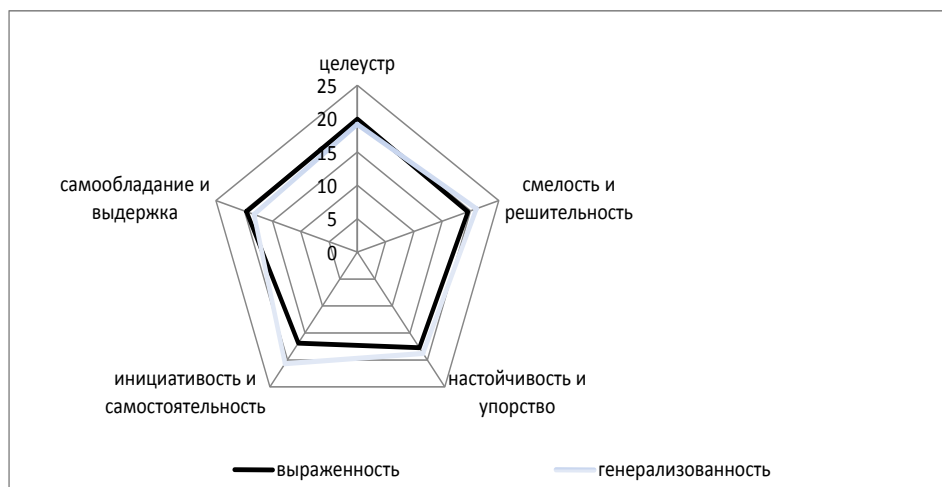


Рис. 1. Психограмма волевых качеств студентов, различных спортивных специализаций

Исходя из этого, дальнейший анализ научного материала был направлен на установление возможных связей по показателям выразенности и генерализованности волевых качеств.

Характеристика показателей выразенности и генерализованности позволила

установить синхронность проявления волевых качеств у спортсменов циклических, скоростно-силовых видов спорта и единоборцев. У студентов-спортсменов игровых видов спорта определили гетеросинхронность с преобладанием показателей выраженности следующих волевых качеств: выдержки и самообладания, настойчивости и упорства, инициативности и самостоятельности. Полученные данные согласуются с результатами представленными в литературе [7].

Вышеизложенные результаты позволяют обогатить психологическую составляющую процесса волевой подготовки спортсменов в сочетанных видах деятельности (учебно-профессиональной, учебно-тренировочной и соревновательной). Полученные результаты могут быть полезны для тренеров, командных психологов и спортсменов.

## **ВЫВОДЫ**

1. В каждом виде спорта наличие и устойчивость проявления основных волевых признаков и широта их проявления в различных жизненных ситуациях и спортивной деятельности детерминирована по-разному.

2. Структура волевой активности спортсменов неодинакова и имеет свои специфические особенности в зависимости от вида спорта. В игровых видах спорта доминируют такие волевые качества как целеустремленность, решительность и смелость; в скоростно-силовых – целеустремленность, инициативность и самостоятельность, решительность и смелость; в единоборствах – целеустремленность, выдержка и самообладание, настойчивость и упорство, а в сложно-координационных - настойчивость и упорство, решительность и смелость.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Жихарев Д.Ю. Диагностика и формирование волевой саморегуляции юных боксеров в условиях детской юношеской спортивной школы: дисс. ... канд. псих. наук. / Д. Ю. Жихарев. – Ставрополь, 2007. – 197 с.

2. Зефирова Е.В. Психологические критерии прогнозирования успешности выступлений спортсменов (на примере спортивных единоборств): Автореферат дисс. ...канд. псих. наук /Е.В. Зефирова. – Санкт-Петербург, 2012. – 23 с.

3. Ильин Е.П. Психология воли 2-е изд. / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2009. – 368 с.

4. Кабачкова А.В. Исследование индивидуальной адаптации студентов к учебной и физкультурной деятельности: автореф. ... канд. биол. наук /А.В. Кабачкова. – Томск, 2009. – 25 с.

5. Матвеев, Л.П. Основы спортивной тренировки: учеб. пособие для ин-тов физич. культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 280 с.

6. Пуни А.Ц. Психологические основы волевой подготовки в спорте: учеб. пособие / А.Ц. Пуни ; ЛГИФК. – Л.: ЛГИФК, 1977. – 48 с.

7. Самулкин С.Я. Особенности волевой активности представителей различных видов спорта: Автореф. дис. ... канд. психол. наук / С.Я. Самулкин. – Пермь, 2004. – 22 с.

8. Яцков О. Н. Психологические особенности развития волевой сферы молодых людей в процессе подготовки специалиста: Дис. ... канд. психол. наук /О.Н. Яцков. – Астрахань, 2006. – 111 с.

## СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИДЕЙ Е.А. АРКИНА О ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

М.Ю. Парамонова  
ФГОУ ВПО «Московский педагогический  
государственный университет», Москва

*В статье рассматриваются условия и предпосылки становления научных взглядов известного отечественного ученого, одного из основоположников общественного дошкольного воспитания Ефима Ароновича Аркина, даются основные сведения о его жизни, педагогической и научной деятельности; прослеживаются основные этапы развития научного мировоззрения.*

**Ключевые слова:** физическое воспитание, дети дошкольного возраста.

**Sociocultural prerequisite for the formation of pedagogical ideas EA Arkin Physical education preschool children.** *The article deals with the terms and conditions of formation of scientific views of the famous Russian scientist, one of the founders of public preschool education Efim Aronovich Arkin, provides basic information about his life, teaching and research activities, main stages of development of the scientific worldview.*

**Key words:** physical education, pre-school children.

Анализ научной литературы показывает, что период рубежа XIX и XX вв. – время становления Е.А. Аркина как педагога и ученого – в силу экономических, политических, социально-культурных и научных факторов признается одним из прогрессивных в развитии теоретико-методологических основ отечественной общей и дошкольной педагогики. В теории дошкольного воспитания в этот период существовали две противоположные тенденции развития: дифференциации педагогического знания, связанной с осмыслением специфических особенностей дошкольного возраста, и интеграции научной мысли, характеризовавшейся стремлением ученых обобщить и систематизировать накопленные педагогикой факты. Концепции ученых, которые стояли ближе к практике и использовали данные смежных с педагогикой наук, были наиболее прогрессивными (Е.В. Чмелева, 2009).

Передовая наука уделяла внимание и вопросам физического воспитания, но дать научное обоснование зарождавшейся методике физического воспитания дошкольников могли только специалисты, обладающие фундаментальными знаниями в области гуманитарных и естественных наук, имевшие медицинское образование. Именно таким ученым в ряду выдающихся представителей отечественной науки был Е.А. Аркин, разработавший на основе обобщения мировой научной мысли в области педагогики, психологии, физиологии, гигиены, медицины концептуальные основы физического воспитания дошкольников. Его концепция базировалась на отечественных гуманистических традициях, трудах П.Ф. Каптерева, П.Ф. Лесгафта, Е.А. Покровского и др.

Анализ историко-педагогической литературы позволил сделать вывод, что в отечественной науке о физическом воспитании к началу XX в. имелись сторонники оздоровительного и образовательного направлений. Сторонники оздорови-

тельной концепции (Е. Покровский, Е. Дементьев, В. Игнатьев, П. Каптерев, и др.) утверждали, что в основе физического воспитания должны лежать оздоровительные задачи. Представители образовательного направления (П. Лесгафт и его единомышленники А. Анохин, А. Бутовский и др.) считали, что в процессе занятий физическими упражнениями должны решаться образовательная, «физиологическая» и «психическая» задачи. У истоков оздоровительной концепции физического воспитания стоял Е. Покровский, а образовательной – П. Лесгафт (А.С. Бондарь, 2010).

Следует отметить, что Е.А. Аркин, обобщив идеи передовых ученых того времени, придерживался взглядов, сочетающих в себе оба подхода, хотя как врач в первую очередь указывал на оздоровительное значение физического воспитания. В то же время можно проследить эволюцию педагогических взглядов Е.А. Аркина, в частности, по вопросам развития игры, обучения детей движениям и др. В начале научно-педагогической деятельности он считал, что ребенка в условиях здорового развития не следует обучать движениям. В процессе обогащения собственного научно-педагогического опыта, изменил эту точку зрения и много писал о необходимости обучения движениям (бросанию, лазанию, ходьбе и т.д.).

Развитие научных взглядов Е.А. Аркина было детерминировано историческими событиями, особенностями его жизненного пути и научно-педагогической деятельности (медицинское образование, врачебная и преподавательская практика, широкий круг научного общения и др.), личностными характеристиками (междисциплинарный вектор научных взглядов, широта познавательных интересов, высокие аналитические способности, объективность, самостоятельность в суждениях).

На научное мировоззрение Е.А. Аркина значительное влияние оказали труды не только его предшественников, но и современников, а также совместная творческая деятельность с выдающимися педагогами, известными представителями науки и искусства начала XX в (Д.Д. Бекарюков, П.П. Блонский, А.Б. Залкинд, В.П. Кашенко, А.А. Кисель, Н.А. Метлов, А.В. Суровцева, Е.А. Флерина, Н.Н. Сац, Т.Н. Хренников и др.).

Анализ трудов и деятельности Е.А. Аркина свидетельствует, что в эволюции его научного мировоззрения условно можно выделить три этапа:

*К первому этапу* (1897 – 1917) научного самоопределения Е.А. Аркина можно отнести студенческие годы в Киевском университете, первый опыт трудовой деятельности в качестве врача и начало педагогической практики.

Историографическое исследование показало, что на формирование мировоззренческих и научных взглядов Е.А. Аркина значительное влияние оказало обучение на медицинском факультете Киевского университета, чему способствовала атмосфера новых веяний в жизни общества и прогрессивных научных взглядов, царившая в нем в тот период. Врачебная практика позволила ученому серьезные проблемы, касающиеся здоровья и физического развития не только взрослых, но и детей, что особенно важно для сегодняшнего дня. Полученный практический медицинский опыт и аналитический склад ума побудили его к размышлениям о причинах нарушения здоровья людей и возможных путях их устранения. Это нашло отражение в его публицистической деятельности того периода.

Анализ архивных материалов подтвердил, что во время первой мировой войны началась новая для Е.А. Аркина деятельность – педагогическая. Жизнь предо-



ставила ученому возможность использования своих медицинских знаний в области педагогики. Е.А. Аркин включился в работу по подготовке воспитателей детских садов. В этот период он активно изучал передовой отечественный и зарубежный педагогический опыт.

*Второй этап* (1917 – 1936) в становлении научного мировоззрения Е.А. Аркина приходится на первые годы советской власти в нашей стране. Это период его активной педагогической деятельности и оформления в стройную систему научно-педагогических взглядов.

С началом советского периода началась государственная деятельность Е.А. Аркина в области народного просвещения и здравоохранения (работа в Наркомпросе РСФСР и Московском отделе народного образования, председательство в коллегии дошкольных врачей Москвы).

Решая первоочередные государственные задачи того периода, он разрабатывает санитарно-гигиенические и педагогические требования для детских садов, пропагандирует научные знания о психофизиологических особенностях дошкольников среди медицинских работников, воспитателей, родителей. Эти же идеи отстаивает на всероссийских конференциях, совещаниях и съездах по дошкольному воспитанию. Возглавляя центральный музей дошкольного воспитания (1919 – 1922 гг.) и один из его отделов – отдел физического воспитания, Е.А. Аркин оказывает значительное влияние на организацию физического воспитания детей в стране, участвует в подготовке инструктивно-директивных материалов: программ и методических писем для детских садов. Е.А. Аркин успешно совмещал научную и преподавательскую деятельность. Начиная с 1917 г., он активно участвует в подготовке педагогических кадров, в которых нуждалась страна в связи с интенсивным ростом общественного дошкольного воспитания, читает лекции на курсах по подготовке дошкольных работников. С 1919 г. Е.А. Аркин преподает в нескольких вузах, пишет книги, которые оказывают большую помощь в осуществлении профессиональной подготовки кадров для детских садов, среди которых особо следует выделить «Дошкольный возраст», надолго ставшую научно-методическим пособием для воспитателей и студентов, публикует статьи в журнале «Дошкольное воспитание».

Исследование показало, что труды Е.А. Аркина большую известность получили в 20-30-е гг. XX в., когда в стране была острая потребность в подобной литературе. Излагая свои научные позиции, ученый опирался на последние достижения отечественных и зарубежных ученых в области изучения ребенка. В то время в физиологии господствовала рефлексология. Проводилось много исследований в рамках педологии, задачей которой было построение образовательного процесса на основе разностороннего знания об особенностях детей. Этот подход привлекал многих педагогов, в том числе и Е.А. Аркина. В рамках данного подхода он изучал ребенка и определил самоценность дошкольного возраста.

*Третий этап* (1936 – 1948) связан с изменениями в педагогической науке и практике, обусловленными выходом в 1936 г. постановления «О педологических извращениях в системе Наркомпросов».

Исследование документальной базы показало, что в этот период Е.А. Аркин пересмотрел некоторые свои взгляды и признал педологические воззрения ошибочными. Он продолжал активную научно-педагогическую и просветительскую деятельность, выполнял обязанности консультанта по физическому воспитанию в

Центральном научно-методическом дошкольном кабинете Наркомпроса, затем сотрудничал с Управлением по дошкольному воспитанию Министерства просвещения РСФСР.

Государством по праву признавался вклад Е.А. Аркина в развитие отечественной системы общественного дошкольного образования и решение важных задач воспитания и оздоровления детей. В 1936 г. ему присуждается ученая степень доктора педагогических наук, а в 1947 г. он избирается действительным членом Академии педагогических наук РСФСР.

Анализ биографии ученого показывает, что это был период общественного признания заслуг Е.А. Аркина перед отечественной системой дошкольного воспитания. Ему неоднократно объявлялись благодарности от Наркомпроса и Наркомздрава. Он был награжден знаком «Отличник просвещения» и медалью «За доблестный труд». При широте научных интересов Е.А. Аркина главенствующее место в его научной деятельности занимали проблемы физического воспитания детей, их психического и физического здоровья.

## ВЫВОДЫ

Научное мировоззрение Е.А. Аркина складывалось под влиянием социально-исторических, культурных, научных факторов периода конца XIX – начала XX вв., а также в значительной степени обусловлено особенностями жизненного пути и научно-педагогической деятельности, связанной с изучением особенностей развития ребенка и становлением общественного дошкольного воспитания в нашей стране. В развитии его мировоззрения условно можно выделить три периода: педагогических исканий и изучения педагогической теории и практики в России и за рубежом (1897 – 1917); формирования концепции физического воспитания дошкольников (1917 – 1936); критического переосмысления научно-педагогических взглядов и апробации системы работы по физическому воспитанию дошкольников в широкой педагогической практики (1936 – 1948).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аркин Е.А. Физическое воспитание в детском саду: методическое письмо / сост. проф. Е.А. Аркиным. – М.: НАРКОМПРОС РСФСР, 1941. – 52 с.
2. Аркин Е.А. О физическом воспитании дошкольников / Е.А. Аркин // Дошкольное воспитание. – 1947. – №5. – С. 5-19.
3. Блонский П.П. Избранные педагогические и психологические сочинения: в 2-х томах / П.П. Блонский. – М.: Педагогика, 1979. – Т.1 – 304 с.; Т.2 – 399 с.
4. Залкинд А.Б. К положению на педологическом фронте / А.Б. Залкинд // Педология. – 1931. – №1. – С. 1-2.
5. Запорожец А.В. Развитие науки о воспитании детей дошкольного возраста / А.В. Запорожец // Дошкольное воспитание. – 1967. – №10. – С. 18-25.
6. История педагогики и образования / Под ред. А.И. Пискунова. – Изд. 2-е. – М., 2001.
7. Аркин Е. Детски сад. – Київ. 1938.
8. Аркин Е. Физическо възпитание в детска градина // Физическа култура и спорт. – Болгария. 1947.

## 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 05.12.2012.  
Усл. п. л. 7,25. Тираж 500 экз.  
Отпечатано ИП Скороходов В.А.  
111401, г. Москва, ул. 3-я Владимирская, 11-18