

**Российская академия образования
Институт возрастной физиологии**



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 4(29) 2011

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.

Крысюк 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,
2011, № 4 (29) – 132 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВОЗРАСТНАЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА МОЗГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОПОЗНАНИЯ ФРАГМЕНТАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ У ДЕТЕЙ ОТ 5-6 К 7-8 ГОДАМ Петренко Н.Е., Фарбер Д.А.	5
---	---

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ И СФОРМИРОВА- ННОСТЬ НАВЫКОВ ПИСЬМА И ЧТЕНИЯ У ДЕТЕЙ 9-10 ЛЕТ Крещенко О.Ю., Хромова С.К.	14
--	----

ШКОЛА И ЗДОРОВЬЕ

СУТОЧНЫЕ И СЕЗОННЫЕ РИТМЫ КРАТКОСРОЧНОЙ ПАМЯТИ У ДЕТЕЙ 8–13 ЛЕТ Орлова Н.И., Рыбаков В.П.	28
--	----

ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ ЗА КОМПЬЮТЕРОМ НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ДЕВОЧЕК И МАЛЬЧИКОВ 10 ЛЕТ Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н.	38
--	----

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ВОЗРАСТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ СПИНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА Ланская О.В., Челноков А.А., Андриянова Е.Ю.	44
--	----

ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИРКАДИАННОГО РИТМА ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ У ПОДРОСТКОВ 14-17 ЛЕТ Пронина Т.С. Рыбаков В.П.	50
---	----

ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА У ДЕТЕЙ 10-11-ЛЕТ С ПОМОЩЬЮ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА Ермаков И.В. Бурая, Т.И., Сельверова Н.Б.	61
--	----

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ШИРОТ НА ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ПОДРОСТКОВ Кузнецова Д. А. , Сизова Е. Н., Тулякова О.В.	70
---	----

ВЗАИМОСВЯЗЬ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИ- ЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗ- РАСТА Тверитина Е.С., Федорова М.З.	76
--	----

ОСОБЕННОСТИ НЕЙРО-ЭНДОКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К УМСТВЕННОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКАМ У ШКОЛЬНИКОВ 9-ЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА Шарапов А.Н., Безобразова В.Н., Догадкина С.Б, Кमितь Г.В., Рублева Л.В.	82
СОСТОЯНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ 9 ЛЕТ Соколов Е.В., Самбурова И.П.	100
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА Васильева Р.М.	108
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СПОРТСМЕНОВ С СИЛОВОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА Калабин О.В., Спицин А.П.	124

ВОЗРАСТНАЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА МОЗГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОПОЗНАНИЯ ФРАГМЕНТАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ У ДЕТЕЙ ОТ 5-6 К 7-8 ГОДАМ

Н.Е. Петренко¹, Д.А. Фарбер

Учреждение Российской академии образования
Институт возрастной физиологии, Москва

У детей 5-6 и 7-8 лет анализировались поведенческие данные и параметры ССП при опознании знакомых изображений разного уровня фрагментации без их предварительного показа. Выявлена более низкая эффективность опознания у детей дошкольного возраста, что проявляется в более высоком уровне фрагментации, на котором происходит идентификация изображения и большем количестве ошибок. Отсутствие в префронтальной коре детей дошкольного возраста усиления негативного и позитивного компонентов характерных для процессов опознания у взрослых свидетельствует о снижении степени их участия в опознании фрагментарных изображений на этом этапе онтогенеза. В дошкольном возрасте так же не наблюдается увеличения амплитуды ССП связанных с событием потенциалов при опознании в задне-височных областях, являющихся частью вентральной зрительной системы, и согласно литературным данным являющейся ключевой структурой опознания фрагментарных изображений на основе интеграции сенсорного признаков объекта. Полученные данные дают основание считать, что относительно низкие показатели эффективности опознания в 5-6 лет определяются как незрелостью механизмов управляющего контроля, так и недостаточным участием вентральной зрительной системы в опознании фрагментарных изображений.

Ключевые слова: опознание фрагментарных изображений, дети 5-6 и 7-8 лет, связанные с событием потенциалы, фронтальные области.

Age dynamics of brain organization in the process of recognition of fragmentary images in children at the age of 5-6 to 7-8. Behavioural characteristics and event-related potentials (ERP) were studied in children at the age of 5-6 and 7-8 when identifying familiar images of various fragmentation without preliminary demonstration. Lower efficiency of recognition was demonstrated by preschool children in higher level of fragmentation and higher number of mistakes. The lack of intensification of negative and positive components, typical for recognition in adults, in prefrontal cortex in preschool children can be the sign of their lower role in recognition process in children. In preschool age no rise in ERP amplitude in posterior temporal cortex can be observed. This structure is a part of ventral visual system and according to various scientific sources is the main structure responsible for the recognition of fragmentary images based on the integration of the sensory characteristics of the object. The received data make it possible to suppose that relatively low indices of pattern recognition in 5-6-year-old children results both from immaturity of control mechanisms and insufficient participation of ventral visual system in the recognition of fragmentary images.

Контакты: ¹Петренко Н.Е., E-mail:develop.physiol@inbox.ru

Keywords: *children, identification fragmented pictures, event-related potential, prefrontal cortex*

Изучение мозговой организации когнитивных процессов в дошкольном и младшем школьном возрасте играет важную роль для понимания функциональных возможностей ребенка в период подготовки к школе и в процессе систематического обучения. Возраст от 5-6 к 7-8 годам является этапом интенсивного созревания структур, осуществляющих анализ зрительной информации. Значительные изменения структурной организации нейронных ансамблей в каудальных отделах коры между 5 и 6-7 годами [3, 6] создает условия для дифференцированного анализа отдельных признаков зрительных стимулов и их обработки. Структурные изменения нейронного аппарата корковых зон относящихся к зрительной системе и их взаимодействия к концу дошкольного возраста приводят к качественным преобразованиям функциональной организации зрительного восприятия. К концу дошкольного возраста зрительное обследование предмета становится более организованным и систематизированным [2]. Исследования нейрофизиологических механизмов опознания сложных стимулов с использованием метода регистрации ССП различных областей коры, выявили значительные различия в системе восприятия зрительной информации до и после 5-6 летнего возраста [1, 4]. Показано, что в 6-7 лет при предъявлении стимулов, отличающихся по сенсорным характеристикам отмечаются различия в реактивности отдельных компонентов ССП в проекционных и ассоциативных зрительных зонах, в отличие от детей более младшего возраста, у которых во всех каудальных областях регистрировались сходные по реактивности и конфигурации ССП [1]. Относительная незрелость механизмов зрительного восприятия проявляется в трудности воссоздания целостного образа объекта на основе интеграции его отдельных признаков [11]. Для изучения процессов опознания связанных с интеграцией сенсорных признаков используется модель предъявления неполных изображений разного уровня фрагментации [5, 8, 14, 16]. В поведенческих работах показано совершенствование показателей эффективности опознания с возрастом [8]. Однако, к настоящему времени нет единого мнения о механизмах определяющих особенности опознания фрагментарных изображений в детском возрасте. Целью настоящей работы было изучение динамики поведенческих показателей опознания фрагментарных изображений в возрастном диапазоне от 5-6 к 7-8 годам и механизмов определяющих их прогрессивную динамику в онтогенезе.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте участвовали 21 ребенок (11 мальчиков, 10 девочек) в возрасте 5-6 лет (средний возраст $5,89 + 0,25$) и 38 детей (17 мальчиков, 21 девочка) в возрасте 7-8 лет (средний возраст $8,01 + 0,18$) имеющих нормальное зрение. Во всех случаях на участие в электрофизиологическом эксперименте было получено согласие детей и их родителей. Стимулами служили изображения знакомых предметов (стул, утюг, очки и др.) и животных (например: слон, верблюд, лошадь) из стандартного набора [17]. Изображения предъявлялись в 5 фрагментарных уровнях (2, 4, 5, 7 и 8 уровни) от трудно опознаваемого фрагментарного уровня (2) до полного изображения (8 уровень). Размеры изображения составляли 6 х 6 угловых

градусов. Для каждого изображения показывались все 5 уровней фрагментации. Перед каждым фрагментарным изображением испытуемому предъявлялся предупредительный стимул (восклицательный знак), после предъявлялся вопросительный знак, свидетельствующий о том, что нужно отвечать. Размер вопросительного и восклицательного знаков составляли 4 угловых градуса. Подробно процедура исследования описана в статье [5]. В поведенческом эксперименте анализировалась точность опознания по числу ошибок и его эффективность (уровень на котором опознается изображение). В нейрофизиологическом эксперименте проводилась непрерывная 20-канальная регистрация ЭЭГ по системе 10-20% от затылочных (O1,O2), теменных (P3,P4), передневисочных (T3,T4), задневисочных (T5,T6), центральных (C3,C4,Cz) и лобных (F3,F4,F7,F8,Fz) областей коры. Для анализа ССП использовались безартефактные отрезки ЭЭГ. Усреднялись следующие классы ССП: ССП при отсутствии опознания – те уровни фрагментарных изображений, на которые испытуемый отвечал "Не знаю"; ССП предшествующие опознанию – те уровни фрагментарных изображений, которые предшествовали опознанию (испытуемый отвечал "Не знаю") и ССП при опознании – те уровни фрагментарных изображений на которых объект был правильно опознан. Усредненные по типам "опознаваемости" стимула ССП отдельных испытуемых использовались для группового усреднения и анализа с помощью метода Главных компонентов [5]. Суммарная амплитуда ССП на временных отрезках, соответствующих выделенным Главным компонентам, обрабатывались с помощью дисперсионного анализа (ANOVA Repeated measure – программа SPSS). Использовались следующие факторы: «опознание» (опознанные, неопознанные, за 1 уровень до опознания); «полушарие» (левое, правое); «отведения» (7 пар отведений) (Within-subject effect); «Возраст» (5-6 и 7-8 лет) (Between-subject effect). Достоверность различий суммарных амплитуд ССП отдельных областей оценивалась с использованием непараметрического критерия Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование поведенческих показателей опознания фрагментарных изображений выявило их существенные различия у детей 5-6 и 7-8 лет. Средний уровень фрагментации, на котором происходило опознание, в дошкольном возрасте составляет $6,48 \pm 0,089$, у детей 7-8 лет – $5,58 \pm 0,084$, ($Z = -5,307$; $p < 0,0001$), что указывает на необходимость суммации большего числа сенсорных признаков для опознания фрагментарных изображений в 5-6 лет по сравнению с детьми 7-8 лет. В 5-6 лет так же отмечается большее количество ошибок ($5,86 \pm 1,158$), по сравнению с 7-8 летними детьми, среднее количество ошибок которых составляет $4,47 \pm 0,8$, однако в связи со значительным индивидуальным разбросом эти различия не достигают уровня значимости ($p = 0,07$). При анализе нейрофизиологических показателей опознания фрагментарных изображений значимые различия реакции на опознанные и неопознанные стимулы во временных интервалах, соответствующих компонентам ССП. Значимые различия выявленные методом дисперсионного анализа (ANOVA Repeated measure), проведенного совместно для трех "уровней опознания" (опознанные, неопознанные и предшествующие опознанию изображения) и двух возрастных групп (дети 5-6 и 7-8 лет) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа суммарной амплитуды ССП всех регистрируемых отведений на опознанные, неопознанные и предшествующие опознанию фрагментарные изображения у детей 5-6 и 7-8 лет

	20-85 мс	85-150 мс	150-200 мс	200-270 мс	270-330 мс	330-390 мс	390-460 мс	460-540 мс	540-630 мс	630-750 мс
Возраст							F(1,55)= 5,604; P=0.021	F(1,55)= 15.56; P=0.000		
Опознание				F(2,54)= 4,74; P=0.013						
Опознание X Отведение							F(12,44)= 2.04; P=0.038		F(12,44)= 2.013; P=0.046	
Опознание X Отвед. возраст				F(12,44) =1.938; P=0.055						
Опознание X полуш X Отвед		F(1,55)= 3.22; P=0.038			F(12,44) =2.054; P=0.042					
Опознание X полуш X от- вед X возраст						F(12,44) =2.142; P=0.033				

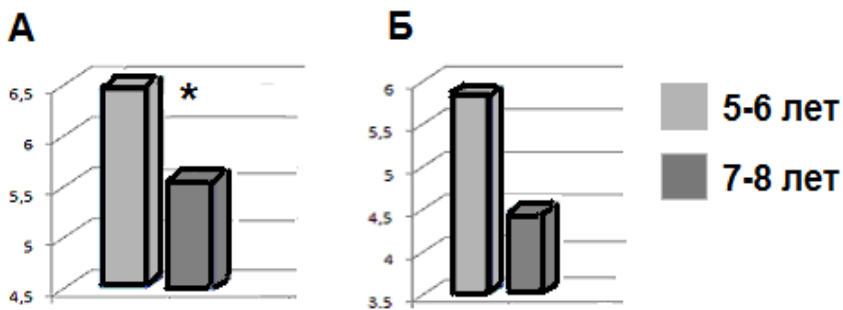


Рис. 1. Средний уровень фрагментации на котором происходило опознание (А) и среднее количество ошибок (Б) при идентификации фрагментарных изображений у детей предшкольного и младшего школьного возраста. (– значимые различия)*

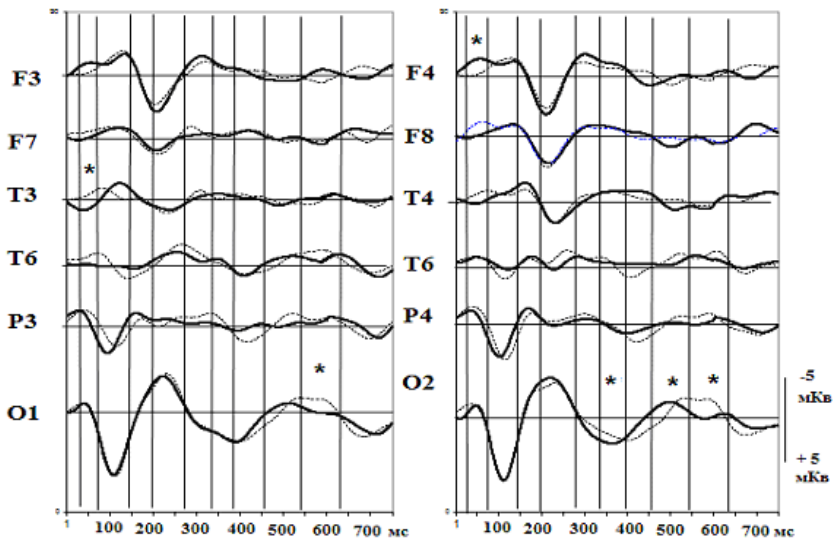
Для выявления специфики изменения параметров ССП при опознании фрагментарных изображений в тех временных интервалах, в которых методом дисперсионного анализа было выявлено значимое влияние фактора «опознание» и его взаимодействие с факторами «отведение» и «полушарие» методом парного сравнения проводилось сопоставление амплитудных значений компонентов ССП на опознанные и неопознанные стимулы.

На рис. 2А приведены ССП в ответ на опознанные и неопознанные фрагментарные изображения у детей 5-6 летнего возраста. Статистически значимые различия между опознанными и неопознанными изображениями выявленные во временном интервале 20-85мс, связаны с более выраженной негативностью на опознаваемые стимулы в лобной области правого полушария ($F4 - Z=-2.311$; $P=0,024$). В других передне-центральных отведениях в этом временном интервале в ответ на опознанные изображения более выражена позитивность, значимого уровня эти различия достигают только в левой передне-височной зоне ($T3 - Z=-2.162$; $P=0.043$).

Основные значимые изменения параметров ССП при сопоставлении опознанных и неопознанных фрагментарных изображений наблюдались в затылочных областях преимущественно правого полушария. Амплитуда компонентов P350 и N400 значимо больше в ответ на опознанные стимулы по сравнению с неопознанными ($O2 - Z=-2.203$; $P=0.028$; $O2 - Z=-2.725$; $P=0.006$). В более позднем временном интервале значимые различия ССП наблюдаются в затылочных областях обоих полушарий: на опознанные стимулы регистрируется позитивное колебание, на неопознанные – негативное ($O1 - Z=-2.389$; $P=0.017$; $O2 - Z=-2.800$; $P=0.005$).

ССП разных областей коры в ответ на опознанные и неопознанные фрагментарные изображения у детей 7-8 лет приведены на рис 2Б. Различия между опознанными и неопознанными фрагментарными изображениями в 7-8 летнем возрасте, как и у детей 5-6 лет, начинаются на самых ранних этапах анализа информации в интервале 20-85мс.

А.



Б.

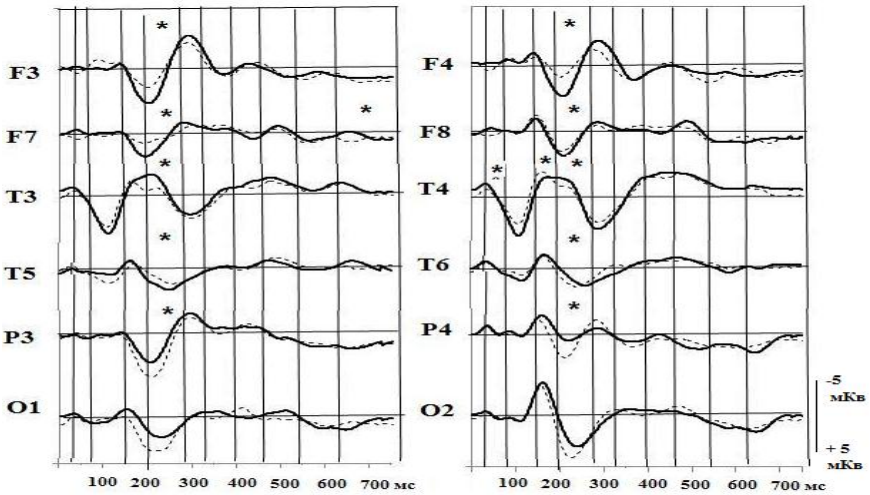


Рис.2. ССП детей 5-6 (А) и 7-8 (Б) лет на опознанные (сплошная линия) и не опознанные (штрих-пунктир) фрагментарные изображения
Вертикальные линии – границы временных интервалов, выделенных методом Главных компонент.

* – значимые различия амплитуды компонентов ССП выявленные при парном сравнении по критерию Вилкоксона.

Однако в отличие от дошкольников в ССП детей младшего школьного возраста ранняя негативность имеет большую амплитуду на опознанные изображения. Различия носят значимый характер в правой передне-височной области (Т4 - $Z=1.992$; $P=0.049$). Во время развития компонента N200 (интервал 150-200мс), значимые различия получены в правой передне-височной области (Т4 - $Z=2.023$; $P=0.048$), где этот компонент имеет большую амплитуду на неопознанные фрагментарные изображения. В следующем временном интервале – 200-270мс различия между опознанными и неопознанными изображениями отмечены как в передне-центральных, так и в каудальных областях. В лобных отведениях компонент P200 имеет значимо большую амплитуду на опознанные изображения по сравнению с неопознанными (F3 - $Z=-3.115$, $p=0.002$; F4- $Z=-2.406$, $p=0.016$; F7 - $Z=-2.497$, $p=0.013$; F8- $Z=-2.633$, $p=0.008$). Значимые изменения так же отмечены в передне-височных и задне-височных отведениях, где увеличивается амплитуда комплекса компонентов P200-N250, имеющих большую амплитуду в ответах на опознанные изображения (Т3 - $Z=-2.053$; $p=0.047$; Т4- $Z=-2.633$, $p=0.008$; Т5 - $Z=-3.542$; $P=0.001$; Т6 - $Z=-3.233$; $P=0.002$). Аналогичные различия обнаружены и в теменных отведениях (P3 - $Z=-2.693$; $P=0.011$; P4 - $Z=-2.713$; $P=0.01$). На поздних стадиях анализа информации различия между опознанными и неопознанными изображениями отмечаются в интервале 630-750мс в вентролатеральной префронтальной коре левого полушария (F7 - $Z=-2.129$, $p=0.033$).

Таким образом, при изучении поведенческих показателей выявлена более низкая эффективность опознания фрагментарных изображений в дошкольном возрасте – детям 5-6 лет требуется значимо больше информации для опознания неполных изображений. Нейрофизиологические исследования показали, что мозговая организация зрительного опознания у детей дошкольного и младшего школьного возраста наряду с чертами сходства характеризуется и значимыми различиями. У детей 5-6 лет, как и у младших школьников префронтальная кора включается в опознание фрагментарных изображений на ранних этапах анализа стимула. Обращает на себя внимание, что у детей 5-6 лет значительно меньше в процесс опознания вовлекается дорзолатеральная префронтальная кора. О недостаточной зрелости в 5-6 лет дорзолатеральных механизмов регуляции свидетельствует и отсутствие усиления в этом возрасте реактивности негативной волны N350-400, отражающей когнитивную составляющую опознания [15,16]. Эта область является высшим регуляторным центром [7,9,12] и играет важную роль при необходимости активного манипулирование информацией и отслеживании стимулов [9]. Недостаточность ее участия в опознании фрагментарных изображений указывает на незрелость регуляторного компонента зрительного опознания в дошкольном возрасте. Существенное отличие опознания фрагментарных изображений у детей 5-6 от 7-8 летних проявилось в реактивности комплекса волн P200-N250 в зрительных корковых зонах. У детей 7-8 лет опознание фрагментарных изображений приводит к значимому увеличению его амплитуды, как в каудальных, так и передне-центральных областях коры. Согласно литературным данным этот комплекс рассматривается в качестве ключевого для опознания, базирующегося на сенсорном анализе признаков объекта [10,16]. У взрослых этот комплекс максимально выражен в задне-височных областях, относящихся к вентральной зрительной системе, с которой связано опознание качественных признаков объекта [15]. Как показали результаты настоящего исследования в 5-6 лет,

изменения параметров ССП, связанные с процессом опознания фрагментарных изображений не наблюдаются в этих корковых зонах. Для детей 5-6 лет более характерно участие в идентификации неполных изображений затылочных, а не заднее-височных областей в идентификации неполных изображений. Увеличивающееся с возрастом участие вентральной зрительной системы в процессе опознания соответствует данным о значительных преобразованиях нейронной организации заднее-височной коры к 7-8 летнему возрасту полученным как при морфологических [3,6], так и при нейрофизиологических исследованиях [1,4]. Полученные нами результаты дают основание считать, что низкая эффективность опознания фрагментарных изображений у детей 5-6 лет по сравнению с 7-8 годами, является не только результатом незрелости префронтальной коры и ее регулирующих влияний, но и следствием определенной незрелости зрительной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование поведенческих показателей опознания фрагментарных изображений у детей дошкольного и младшего школьного возраста выявило, более низкую эффективность опознания у детей младшей группы. Это проявляется в более высоком уровне фрагментации, на котором происходит идентификация изображения и большем количестве ошибок. Результаты нейрофизиологического исследования позволили уточнить механизмы определяющие более низкую эффективности опознания в дошкольном возрасте. Отсутствие в префронтальной коре у детей 5-6 лет компонентов ССП связанных с когнитивным опознанием свидетельствует о недостаточном участии в опознании фрагментарных изображений этих отделов коры играющих важнейшую роль в механизмах регуляции и контроля. Особенностью опознания фрагментарных изображений в дошкольном возрасте является так же отсутствие значимого увеличения ССП при опознании в заднее-височных областях, являющихся частью вентральной зрительной системы, которая согласно литературным данным является ключевой структурой опознания фрагментарных изображений на основе интеграции сенсорных признаков объекта. Полученные данные дают основание считать, что относительно низкие показатели эффективности опознания в 5-6 лет определяются как незрелостью регуляторных механизмов, так и отсутствием специализированного участия вентральной зрительной системы в опознании фрагментарных изображений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бетелева Т.Г. Нейрофизиологические механизмы зрительного восприятия. М.: Наука, 1983, – 175с
2. Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа //М.: Издательство Московского университета, 1969. — 107 с.
3. Семенова Л.К., Васильева В.А., Цехмистренко Т.А. Структурные преобразования коры большого мозга человека в постнатальном онтогенезе // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л., Наука, 1990, С. 8-44.
4. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г. Формирование системы зрительного восприятия в онтогенезе // Физиология человека, 2005, Т. 31, № 5, с. 26.

5. Фарбер Д.А., Петренко Н.Е. Оpozнание фрагментарных изображений и механизмы памяти. // Физиология человека, 2008, №1, том. 34, с. 5-18
6. Цехмистренко Т.А., Васильева В.А., Шумейко Н.С., Черных Н.А. Структурное преобразование коры большого мозга и мозжечка человека в постнатальном онтогенезе. //В книге «Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка. Ред Фарбер Д.А., Безруких М.М., 2009, Москва-Воронеж, МПО «Модэк», С. 9.
7. Baddeley, A.D. & Hitch, G.J.. Working Memory: Past, Present and Future? In: N. Osaka, R.H. Logie & M. D'Esposito (Eds.), *The cognitive neuroscience of working memory*. Oxford: Oxford University Press, 2007.
8. Cycowicz, Y.M., Friedman, D., Snodgrass, J.G., Rothstein, M. A developmental trajectory in implicit memory is revealed by picture fragment completion. // *Memory*. 2000. V.8. № 1. P.1935.
9. Curtis E, Zald D., Pardo J. Organization of WM within human prefrontal cortex. // *Neuropsychologia* 2000. 38, 1503 – 1510.
10. Doniger G.M., Foxe, J.J., Murray, M.M. et al. Activation timecourse of ventral visual stream object-recognition areas: High density electrical mapping of perceptual closure processes // *J. Cogn. Neurosci.* 2000. V. 12. P. 615.
11. Dukette D. , Stiles J. The effects of stimulus density of children's analysis of hierarchical patterns. *Dev. Sci.* 2001. 4: 233-251.
12. D'Esposito M. From cognitive to neural models of working memory // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 2007, V. 362, № 1481, pp. 761-72
13. Garavan H, T. J. Ross T.J., and E. A. Stein E.A. Right hemispheric dominance of inhibitory control: An event-related functional MRI study. // *Psychology*, 1999, Vol. 96, Issue 14, 8301-8306.
14. Gollin, E. S. Developmental studies of visual recognition of incomplete objects. // *Perceptual and Motor Skills*. 1960. V.11. P.289.
15. Schendan H.E., Maher S.M. Object knowledge during entry level categorization is activated and modified by implicit memory after 200 ms // *Neuroimage* 2008. V. 44. p. 1423.
16. Sehatpour P., Molholm S., Javitt D. C., Foxe J. J. Spatiotemporal dynamics of human object recognition processing: An integrated high-density electrical mapping and functional imaging study of "closure" processes. // *NeuroImage*. 2006. V.29. P. 605.
17. Snodgrass J.G, Corwin J. Perceptual identification thresholds for 150 fragmented pictures from the Snodgrass and Vanderwart picture set. // *Percept. Motor Skills*, 1988, V. 67, p.3–36.

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ И СФОРМИРОВАННОСТЬ НАВЫКОВ ПИСЬМА И ЧТЕНИЯ У ДЕТЕЙ 9-10 ЛЕТ

О.Ю. Крещенко¹, С.К. Хромова
Институт возрастной физиологии, Москва

Проведен сравнительный анализ речевого развития, навыков чтения и письма у детей 9-10 лет разного пола. Обнаружены особенности формирования этих сторон речи у мальчиков и девочек. К моменту окончания начальной школы грамотное оформление письменной речи, а также сформированность различных компонентов устной речи у мальчиков сформировано хуже, чем у девочек. Лучшая успеваемость девочек в этом возрасте объясняется большим количеством взаимосвязей между всеми исследуемыми компонентами речевого развития.

Ключевые слова: *половые различия мальчики и девочки 9-10 лет, речевое развитие, навык письма, навык чтения*

Gender peculiarities of speech development and writing and reading skills development in children aged 9-10 years old. *The comparative analysis of speech development, reading and writing skills in 9-10-year-old children was held. Sex differences were found out. By the moment they finish primary school literacy of oral written speech and the development of different components of oral speech is less developed in boys than in girls. Better academic success that girls show at this age is explained by various interconnections among all the components of speech development.*

Key words: *sex differences in 9-10-year-old boys and girls, speech development, writing skill, reading skill*

В последнее время гендерные аспекты детей все больше привлекают внимание российских ученых разных областей – психологов, врачей, педагогов [1, 4, 5, 9, 11, 13, 15, 21, 23, 26 и др.]. Исследования, посвященные влиянию пола на школьную успеваемость, достаточно многочисленны как у нас в стране, так и за рубежом. Однако полученные результаты сильно расходятся: по мнению одних авторов лучше успевают мальчики, по мнению других – девочки, третьи вообще не обнаружили различий [7, 14, 18, 32].

В научных исследованиях и у практиков нет единой концепции возникновения и развития трудностей обучения письму и чтению. Выделяют как внутренние (эндогенные), внешние (экзогенные), так и смешанные причины трудностей обучения письму и чтению. Среди внешних факторов риска, вызывающих трудности письма и чтения, можно выделить неэффективность организации учебного процесса, неадекватность методик и требований возрастным особенностям развития детей, интенсификацию и нерациональную организацию учебного процесса.

В рейтинге PISA 2009 [37] по всем странам девочки читают лучше мальчиков. В Финляндии разница в пользу девочек была самой большой по всем странам-участницам ОЭСР. Среди плохо читающих детей мальчиков значительно больше, чем девочек. Соответственно среди читающих отлично доля девочек выше, чем мальчиков. Также увлекаются чтением, в основном, девочки.

Контакты:¹ Крещенко О.Ю., E-mail:kreolga@mail.ru

В настоящее время существует много теорий о том, почему мальчики отстают от девочек в чтении. Лучшая сформированность речевых навыков у девочек способствует хорошей успеваемости в школе [32], тогда как у мальчиков лучше развиты пространственные представления. Мальчикам необходим другой подход в обучении – больше двигательной активности, меньше времени сидения за столом, а также они нуждаются в более разнообразных видах чтения [10].

В двух университетах при Kennedy-centre (USA) проведены исследования утверждающие, что девочки справляются лучше с решением тестов и задач по сравнению с мальчиками. Исследования также показали, что при равнозначных показателях интеллектуального развития, девочкам в школе учиться проще.

Однако выделение мальчиков в особую группу риска неэффективно, поскольку не все мальчики испытывают трудности в чтении. Существуют доказательства, что среди этой группы детей выделяется небольшое количество с трудностями освоения навыка, которые распространяются и на освоение других навыков. Среди девочек также существует определенный процент тех, кто неудовлетворительно осваивает навык чтения [33]. Проведены исследования, утверждающие, что успешность освоения письменной речи у мальчиков и девочек неодинаковая в начальной школе, однако способности к математике у детей этого возраста примерно равны и не имеют гендерных различий [38]. Выявлено, что значимо влияют на успешность дальнейшего обучения достижения в освоении грамоты и математики в раннем детстве и первые годы обучения. Гендерные различия на уровне достижений грамотности действительно становятся очевидными в первые годы обучения в школе, хотя эти различия могут наблюдаться еще в раннем детстве [34]. Обзор национальной школы английской грамотности в Мельбурне показал, что в каждом аспекте грамотности – письме, чтении, восприятии написанного, произнесении и слушании – девочки опережают мальчиков. Интересно, что гендерные различия встречаются больше в письменной и устной речи (т.н. выразительной стороне речи), чем при чтении, прослушивании и зрительном восприятии текста (т.н. восприятии речи). А наибольшие гендерные различия встречаются в письменной речи и просмотре литературы [34, 39].

Во многих работах указывается на взаимосвязь уровня сформированности навыков чтения и письма и степени развития устной речи. При этом большинство исследователей отмечают, что речевое развитие девочек по всем параметрам значительно лучше речевого развития мальчиков этого же возраста, что определяет лучшую успеваемость в школе. Существует несколько объяснений превосходства вербальных способностей девочек. Одни авторы полагают, что более высокие показатели вербального развития девочек зависят от особенностей воспитания на ранних этапах онтогенеза [31, 35]. Другие отмечают высокую степень эмоциональной окраски речи мальчиков, с более частым использованием междометий, вместо слов [16, 38]. У них лучше представлена та сторона речи, которая связана с поиском, нахождением словесной ассоциации [9]. Однако девочки чаще вступают в диалог, а это в свою очередь приводит к развитию коммуникативной стороны речи, обогащению словарного запаса, активному использованию развернутых словесных оборотов [40]. Различия игровой деятельности в дошкольном детстве также влияют на активный словарный запас детей. Для девочек более характерны игры, в которых ведущая роль отводится взаимоотношениям между людьми, исследованию внутреннего мира человека, его переживаний, в то время как интере-

сы большинства мальчиков сконцентрированы на играх с высокой двигательной активностью [26, 36]. Однако, по некоторым данным [12], девочки значительно лучше выполняют вербальные задания, в которых оценивается широта словарного запаса, скорость вербализации и легкость извлечения слов из памяти среди детей со средними интеллектуальными способностями. У детей, имеющих высокие показатели развития невербального и общего интеллекта, подобных различий не обнаружено.

Несмотря на многочисленность и многообразие проведенных исследований, остается нерешенным вопрос о причинах и механизмах неодинаковой успешности освоения навыков письма и чтения мальчиками девочками и их взаимосвязь с уровнем речевого развития. Очень немногочисленны исследования, посвященные определению причин и характера особенностей обучения детей в начальной школе [2, 14, 17, 18, 20, 24]. Именно изначальная сформированность (или несформированность) этих навыков является одним из главных компонентов дальнейшего успешного обучения в школе. Также мало работ, в которых изучались степень и особенности сформированности навыков письма и чтения у детей с учетом гендерной принадлежности [6, 25].

Учитывая практическую значимость этой проблемы, в настоящей работе были поставлены следующие задачи:

- изучить успешность формирования навыков письма и чтения;
- выявить уровень сформированности устной речи;
- изучить взаимосвязь между различными компонентами устной и письменной речи.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения степени и характера сформированности навыков письма и чтения использовалась «Методика определения уровня сформированности навыков письма и чтения в начальных классах» М.М. Безруких, О.Ю. Крещенко [3].

Для изучения уровня сформированности устной речи использовалась «Диагностика речевых нарушений школьников с использованием нейропсихологических методов» Т.А. Фотековой и Т.В. Ахутиной [27]. В настоящей работе рассмотрен только логопедический аспект.

Статистическая обработка данных проведена по программе Statistika 6.5.

Работа выполнялась на базах школ г. Москвы. В процессе тестирования были собраны данные 25 мальчиков и 26 девочек 9-10 лет, обучающихся в массовой школе. Все дети имеют ведущую правую руку.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ средних показателей выполнения заданий по письму у мальчиков и девочек позволил выявить следующие особенности. Ошибки звукобуквенного анализа и ошибки по акустико-артикуляторному сходству встречались у девочек в 2 раза меньше, чем у мальчиков (среднее кол-во ошибок мальчиков = 2,3, 2,4, среднее кол-во ошибок девочек = 1,0, 1,3) (рис. 1).

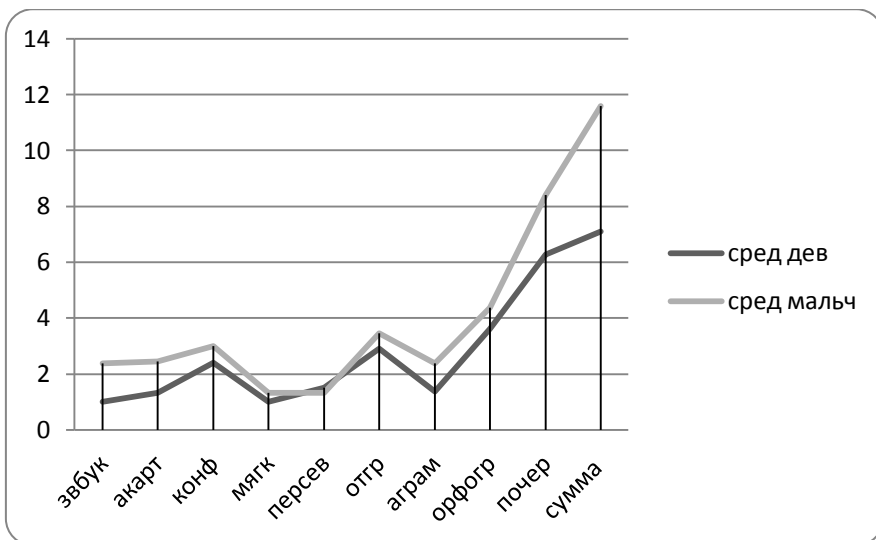


Рис. 1. Показатели средних значений у мальчиков и девочек 9-10 лет при выполнении письменных заданий (кол-во ошибок)

Ошибки конфигурации букв, в среднем, встречаются в работах мальчиков и девочек практически одинаковое количество раз (среднее кол-во ошибок мальчиков=3,0, среднее кол-во ошибок девочек = 2,4). Ошибки обозначения мягкости согласных и персеверации встречаются в работах мальчиков и девочек одинаково редко (в среднем по одной ошибке в работе). Мальчики чаще девочек допускают ошибки на отграничение речевых единиц (среднее кол-во ошибок мальчиков =3,4, среднее кол-во ошибок девочек = 2,8) и орфографические ошибки (среднее кол-во ошибок мальчиков = 4,3, среднее кол-во ошибок девочек = 3,6), что согласуется с данными других авторов [6, 25]. Почти в два раза чаще в работах мальчиков встречаются аграмматические ошибки (среднее кол-во ошибок мальчиков =2,3, среднее кол-во ошибок девочек =1,3), что отчасти обусловлено наличием грубых грамматических ошибок и в устной речи мальчиков [8]. Общее количество ошибок в письменных работах мальчиков гораздо больше, чем в письменных работах девочек (среднее кол-во ошибок мальчиков =11,6, среднее кол-во ошибок девочек =7,1). Таким образом, к моменту окончания начальной школы грамотное оформление письменной речи у мальчиков сформировано хуже, чем у девочек.

Формирование почерка у мальчиков идет с большими нарушениями, чем у девочек. Средний балл мальчиков 8,4, что свидетельствует о трудностях формирования этого навыка, тогда как у девочек почерк формируется почти без нарушений, со средним баллом 6,2. Лучшее формирование почерка у девочек отмечено во многих работах [17, 24]. Объясняется это лучшим развитием мелкой моторики рук у девочек, поэтому они лучше рисуют, вышивают, вырезают, завязывают бантики, шнурки, а в школе имеют превосходство в почерке.

Анализ корреляционных взаимосвязей показателей сформированности навыка письма у мальчиков выявил выраженную взаимосвязь между показателем нарушения конфигурации букв и суммарным показателем письма ($r=0,71$, $p<0,05$).

Данная взаимосвязь может свидетельствовать о большом вкладе сформированности зрительно-моторного компонента письма в успешность овладения письменной речью у мальчиков начальной школы. Одновременно на успешность овладения навыком письма влияет знание правил орфографии и умение применять их на письме, наличие тесной корреляционной взаимосвязи между этими показателями подтверждает наше предположение ($r=0,56$, $p<0,05$). Кроме того, обращает на себя внимание выраженная взаимосвязь между знанием и умениями грамматически правильного оформления речи и умениями вычленить и правильно оформить на письме речевые единицы. Это подтверждает тесная корреляционная взаимосвязь между данными показателями ($r=0,93$, $p<0,05$). Таким образом, к 9-10 годам навык письма девочек является более сформированным, чем у мальчиков, у которых сформированность этого навыка во многом определяется сформированностью зрительно-моторного компонента, а также уровнем развития грамматического строя речи.

Анализ корреляционных взаимосвязей показателей письма у девочек выявил всего одну зависимость. На успешность формирования навыка письма у девочек 4 класса значительное влияние оказывает знание правил орфографии и умение применять их на письме ($r=0,62$, $p<0,05$).

Наличие взаимосвязи влияния знаний орфографии на успешность формирования письменной речи у всех детей 4 класса может свидетельствовать о том, что данные особенности, скорее всего, обусловлены несовершенством методики преподавания, а не особенностями развития мальчиков и девочек.

Навык чтения сформирован у детей 4 класса следующим образом: мальчики набрали 235 баллов, что свидетельствует о минимальных трудностях формирования навыка, обусловленных несоответствием методики обучения, о чем говорят многочисленные исследования [2, 19, 22], и могут быть компенсированы в условиях класса. Средний балл девочек (237) показывает, что в их группе навык чтения формируется с большими трудностями, преодоление которых требует целенаправленной коррекционной работы. Вызванные трудности в данном случае вряд ли можно объяснить только несоответствием методики преподавания, скорее всего у девочек наблюдаются специфические трудности освоения навыка чтения. Однако при чтении текста отмечено следующее: мальчики хуже, чем девочки отвечали на вопросы по содержанию, т.е. они поняли текст не в полном объеме, однако техника чтения у мальчиков незначительно лучше, чем у девочек, они допускали меньше ошибок прочтения слов и предложений. Полученные данные подтверждают мнение о том, что методика преподавания чтения для мальчиков не совсем адекватна, т.к. не мотивирует процесс чтения. Уроки чтения в том виде, в котором они предлагаются в процессе школьного обучения, мальчикам не интересны, и возникшие трудности впоследствии могут усиливаться [30].

Наличие многочисленных тесных корреляционных взаимосвязей показателей сформированности навыка чтения у девочек подтверждает предположение, что техническая сторона навыка чтения у девочек к концу начальной школы сформирована недостаточно хорошо (рис. 2).

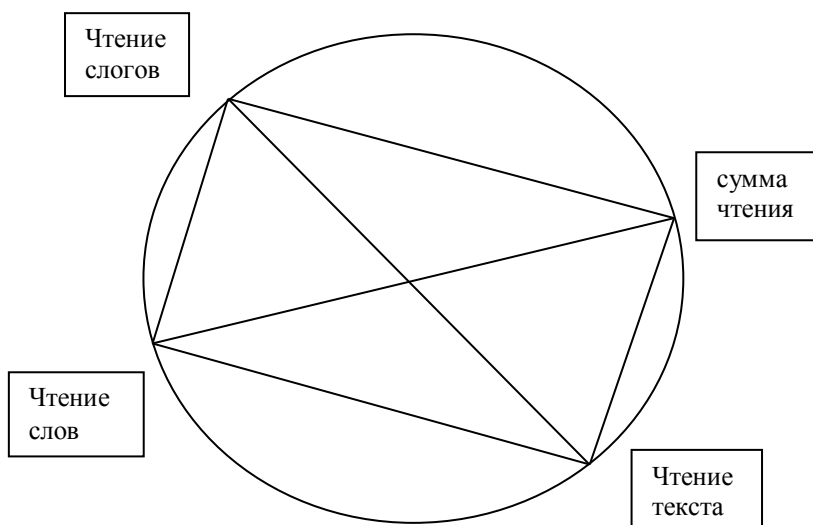


Рис. 2. Интеркорреляции между показателями сформированности навыка чтения у девочек 4 класса

У мальчиков взаимосвязей между показателями сформированности навыка чтения отмечено меньше, а также степень зависимости между показателями значительно ниже (рис. 3). Таким образом, к 9-10 годам мальчики превосходят девочек по степени сформированности технической стороны навыка чтения, однако отстают от них в понимании прочитанного материала, что свидетельствует об особенностях восприятия учебного материала мальчиками и девочками и недостатках методики преподавания чтения в начальной школе.

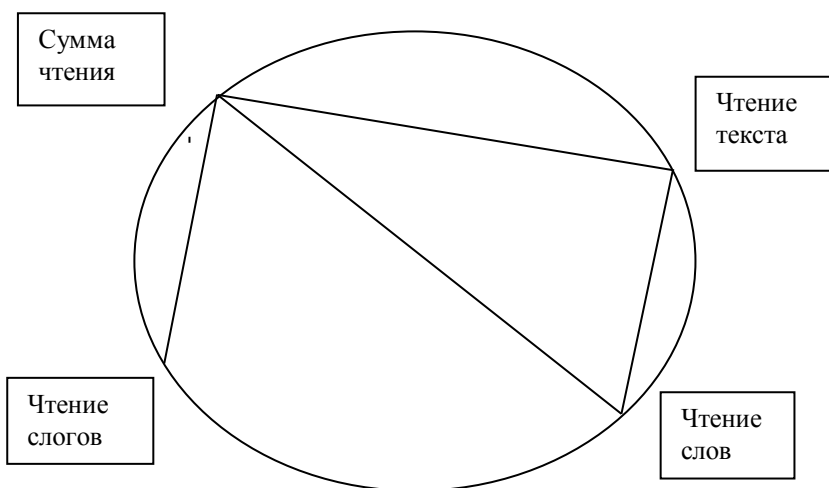


Рис. 3. Интеркорреляции между показателями сформированности навыка чтения у мальчиков 4 класса

Анализ взаимосвязи навыков письма и чтения у детей 4 класса показал наличие корреляций между суммарными показателями сформированности навыка чтения и успешностью овладения навыком письма как у мальчиков ($r=0.61$, $p<0.05$), так и у девочек ($r=0.65$, $p<0.05$). При этом у девочек с показателем успешности формирования навыка письма коррелируют все компоненты формирования навыка чтения, тогда как у мальчиков подобной зависимости не наблюдается (рис. 4). Представляет интерес выявленные взаимосвязи между показателем правильности прочтения слов простого и сложного слогового состава и показателями правильности оформления речевого высказывания ($r=0.64$, $p<0.05$) и наличием грамматических ошибок ($r=0.63$, $p<0.05$) у мальчиков. По-видимому, низкий уровень сформированности словарного запаса у мальчиков оказывает негативное влияние на правильное членение предложений на отдельные речевые единицы, а также не позволяет грамматически правильно оформлять письменную речь. У девочек подобных взаимосвязей не отмечено, что может свидетельствовать об особенностях характера формирования навыков письма и чтения у мальчиков и девочек.

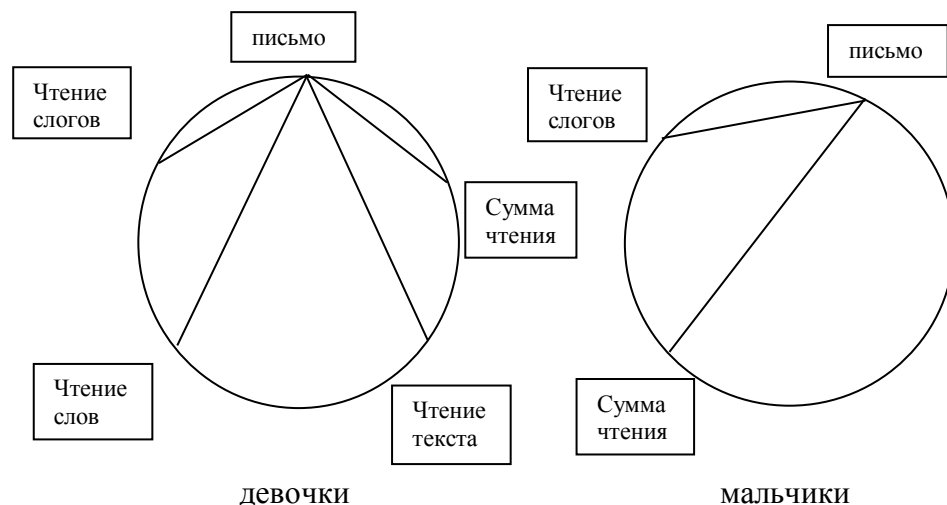


Рис. 4. Интеркорреляции между показателями сформированности навыков письма и чтения у мальчиков и девочек 4 класса

Таким образом, проведенные исследования выявили неодинаковый характер взаимосвязей успешности формирования навыков письма и чтения у мальчиков и девочек к моменту окончания начальной школы. У девочек успешность формирования навыка чтения наиболее тесно взаимосвязана с успешностью формирования навыка письма в отличие от их сверстников-мальчиков.

Во многих работах указывается на взаимосвязь уровня сформированности навыков чтения и письма и степени развития устной речи. В нашей работе подробно исследовались следующие компоненты речевого развития: сенсомоторный компонент; языковой анализ; грамматический строй речи; словарный запас и

навыки словообразования; логико-грамматические конструкции; связная речь; номинативная функция; общий показатель речевого развития.

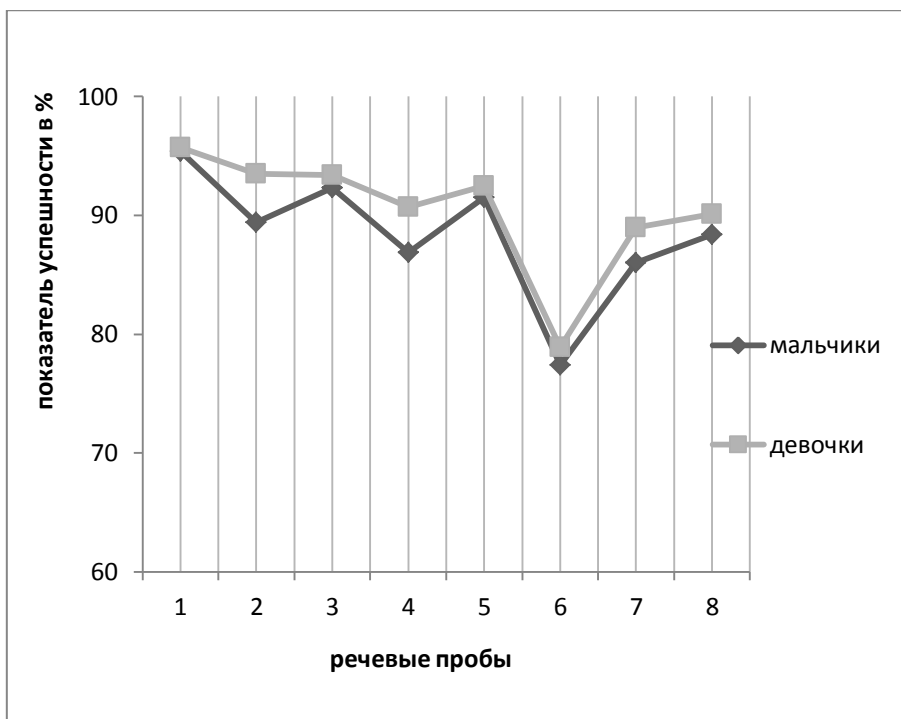


Рис.5. Успешность выполнения речевых проб по методике Т.А. Фотековой детьми 9-10 лет (в %).

Примечания: 1 – сенсомоторика, 2 – языковой анализ; 3 – грамматический строй речи; 4 – словарный запас и навыки словообразования; 5 – логико-грамматические конструкции; 6 – связная речь; 7 – номинативная функция; 8 – общий показатель речевого развития.

Как показало исследование, мальчики были менее успешны при выполнении всех речевых проб. Статистически значимые отличия получены при выявлении уровня развития словарного запаса (девочки – 91%, мальчики – 87%, $p < 0,05$), что согласуется с данными других исследователей [16, 28, 29, 40]. На наш взгляд это объясняется тем, что предложенный лексический материал больше характерен для игровой деятельности девочек, соответственно эти слова находятся в их активном словаре, а у мальчиков – в пассивном. В тоже время при изучении номинативной функции (называние предметов и действий, которые чаще встречаются в повседневной жизни: часы, пальто, карандаш, копает, рубит, причесывается) мы не обнаружили статистически значимых различий в выполнении задания детьми разного пола, хотя мальчики также были менее успешны (девочки – 89%, мальчики – 86%), что подтверждает наше предположение.

В работе посвященной особенностям восприятия и толкования значения слов детьми разного пола [29] отмечается, что толкования слов девочками отличаются большей вариативностью, оригинальностью, они содержат субъективные переживания; мальчики чаще указывают на действия, производимые объектом. В словаре девочек преобладают имена существительные и прилагательные, они склонны к подробностям, повторению отдельных эпизодов, к использованию предметно-оценочных слов [28].

Корреляционный анализ показателей развития речи выявил, что характер взаимосвязей показателей речевого развития у мальчиков и девочек различен. У девочек значительно больше взаимосвязей между компонентами речевого развития, чем у мальчиков (рис.6).

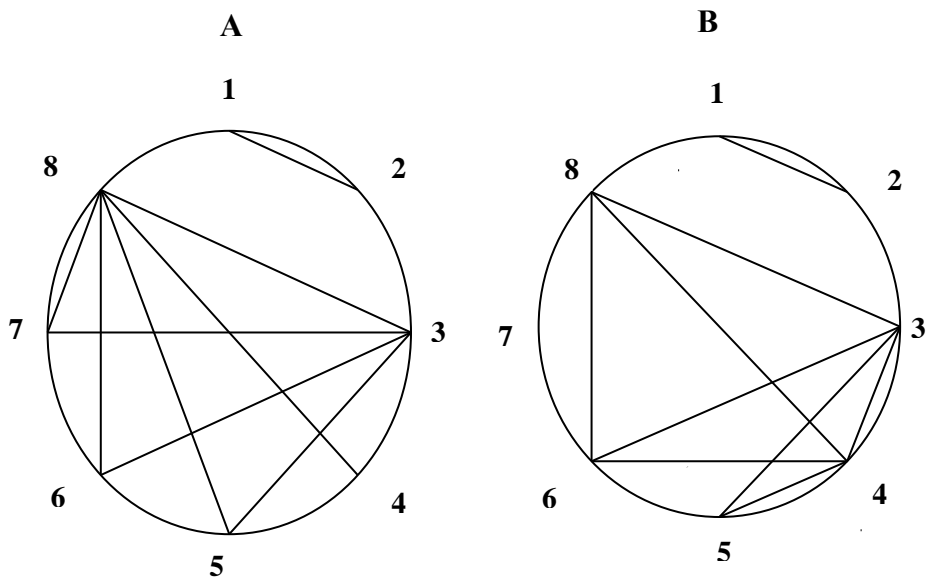


Рис. 6. Корреляционное взаимодействие внутри речевой структуры по тесту Т.А. Фотековой у детей 9-10 лет (А – девочки, В – мальчики)

Общий уровень речевого развития у девочек 9-10 лет тесно связан с развитием других компонентов речи: грамматическим строем ($r=0.908$, $p<0,05$), словарным запасом и навыками словообразования ($r=0.501$, $p<0,05$), пониманием логико-грамматических конструкций ($r=0.448$, $p<0,05$), развитием связной речи ($r=0.830$, $p<0,05$) и номинативной функцией речи ($r=0.616$, $p<0,05$). В тоже время у мальчиков показатель общего речевого развития взаимосвязан лишь с развитием грамматики ($r=0.808$, $p<0,05$), словарного запаса и навыками словообразования ($r=0.756$, $p<0,05$), а также показателем сформированности связной речи ($r=0.918$, $p<0,05$). Это может объяснять лучшее речевое развитие девочек 9-10 лет по сравнению с мальчиками, т.к. тесная взаимосвязь между различными компонентами речевого развития позволяет более свободно и полно использовать все компоненты речево-

го развития в учебной деятельности, а также компенсировать отстающие компоненты за счет хорошо сформированных.

Характер выявленных взаимосвязей между компонентами речевого развития также показал, что у мальчиков уровень лексического развития взаимосвязан с уровнем развития грамматического строя речи ($r=0.576$, $p<0,05$), развитием связной речи ($r=0.680$, $p<0,05$) и пониманием логико-грамматических конструкций ($r=0.808$, $p<0,05$). Выявленные взаимосвязи позволяют предположить, что уровень сформированности лексического запаса у мальчиков во многом определяет интегративные показатели развития речи и может являться одним из маркеров сформированности речевой деятельности.

Интеркорреляционный анализ показателей речевого развития девочек выявил большое количество связей различной степени тесноты между показателями сформированности навыков письма и чтения и показателями сформированности устной речи (рис. 7).

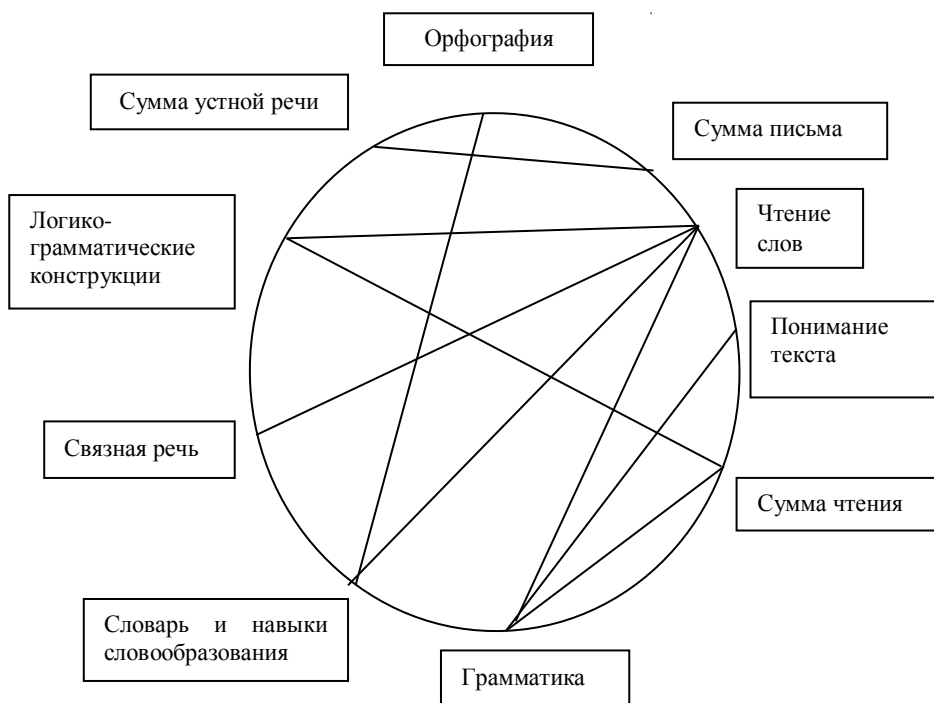


Рис. 7. Интеркорреляции между показателями сформированности устной речи, навыков чтения и письма у девочек 9-10 лет

Показано, что сформированность навыка письма взаимосвязана с уровнем владения грамматической стороной речи ($r=0.474$, $p<0,05$), с показателем развития словаря ($r=0.485$, $p<0,05$), с показателем уровня развития связной речи ($r=0.491$,

$p < 0,05$), пониманием логико-грамматических конструкций ($r = 0,471$, $p < 0,05$), общим показателем развития устной речи ($r = 0,5$, $p < 0,05$).

Интеркорреляционный анализ между показателями сформированности навыков письма и чтения и устной речи у мальчиков выявил зависимость между степенью сформированности словарного запаса и успешностью понимания текста ($r = 0,503$) ($p < 0,05$), что подтверждает наше предположение о влиянии развития словарного запаса, навыков словообразования и словоизменения на сформированность различных сторон речевой деятельности у мальчиков (рис.8).

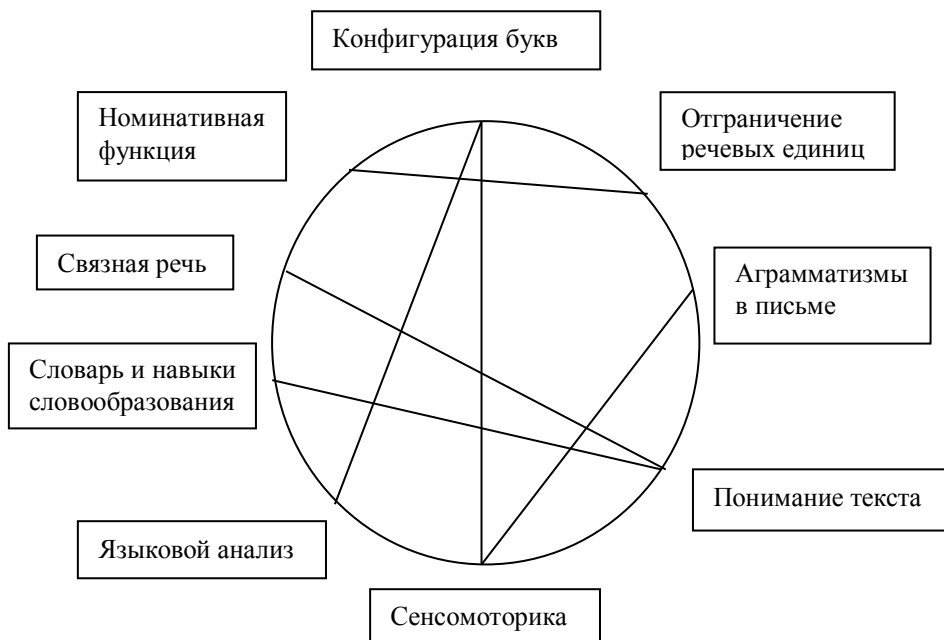


Рис. 8. Интеркорреляции между показателями сформированности устной речи, навыков чтения и письма у мальчиков 9-10 лет

Более низкий уровень понимания прочитанного мальчиками, отмеченное нами ранее, можно объяснить тем, что данный показатель взаимосвязан с уровнем развития словарного запаса и навыками словообразования ($r = 0,503$) ($p < 0,05$), а также уровнем развития связной речи ($r = 0,456$) ($p < 0,05$), которые по нашим данным в этом возрасте хуже сформированы у мальчиков, чем у девочек. Таким образом, комплексное сопоставление взаимосвязей различных компонентов речевого развития и сформированности навыков письма и чтения у детей 9-10 лет показало, что к моменту окончания начальной школы их количество и теснота более выражена у девочек, чем у мальчиков.

ВЫВОДЫ

1. К моменту окончания начальной школы грамотное оформление письменной речи, а также сформированность различных компонентов устной речи у мальчиков сформировано хуже, чем у девочек.

2. Сформированность навыка письма у мальчиков во многом определяется степенью развития зрительно-моторного компонента письменной речи, а также сформированностью грамматического строя речи и словарного запаса.

3. Мальчики 9-10 лет превосходят девочек по степени сформированности технической стороны навыка чтения, однако отстают от них в понимании прочитанного материала, что свидетельствует об особенностях восприятия учебного материала мальчиками и девочками и недостатках методики преподавания чтения в начальной школе.

4. Проведенные исследования выявили неодинаковый характер взаимосвязей успешности формирования навыков письма и чтения у мальчиков и девочек. У девочек успешность формирования навыка письма наиболее тесно взаимосвязана с успешностью формирования навыка чтения, тогда как у мальчиков подобных взаимосвязей не обнаружено.

5. Комплексное сопоставление взаимосвязей различных компонентов речевого развития и сформированности навыков письма и чтения у детей 9-10 лет показало, что к моменту окончания начальной школы их количество и теснота более выражена у девочек, чем у мальчиков, что может объяснять лучшую успеваемость девочек по сравнению с мальчиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багрунов В. П. Половые различия в видовой и индивидуальной изменчивости психики человека: автореф. дис. канд. наук. – Л., 1981.
2. Безруких М.М. Обучение письму. – М., 2009. – 445 с.
3. Безруких М.М. Методика определения уровня сформированности навыков письма и чтения в начальных классах / М.М. Безруких, О.Ю. Крещенко // Трудности обучения в начальной школе. – М., 2009. – 325 с.
4. Бендас Т.В. Гендерная психология. – СПб, 2008. – 278 с.
5. Бужигеева М.Ю. Гендерные особенности детей на начальном этапе обучения // Педагогика. – 2002. – №8. – С. 7.
6. Булохов В.Я. Межполовые различия орфографической грамотности учащихся. – Красноярск, 1999.
7. Васильева В.Н. Социометрический статус школьников, сплоченность класса и успеваемость / В.Н. Васильева, Н.А. Васильев // Психофизиология. – Л., 1979. – С. 108-114.
8. Горощко Е.И. Особенности мужского и женского вербального поведения: автореф. дисс. ... канд. фил. наук. – М., 1996. – 26 с.
9. Еремеева В.Д. Девочки и мальчики – два разных мира / В.Д. Еремеева, Т.П. Хризман. – СПб.: Тускарора, 2001. – 180 с.
10. Еремеева В.Д. Какого пола ученик? // Здоровье детей. – 2006. – №4, – С. 4-9.

11. Еремеева В.Д. Мальчики и девочки. Учить по-разному, любить по-разному. – Самара, 2005. – 127 с.
12. Зверева С.В. Психофизиологические предпосылки ускоренного интеллектуального развития мальчиков и девочек 7-8 лет / С.В. Зверева, С.А. Воробьева // Психологические проблемы подростка в современной школе и пути их решения. СПб., 2003. – С. 20-31.
13. Ильин Е.П. Дифференциальная психология мужчины и женщины. – М., 2003. – 544 с.
14. Иншакова О.Б. Проблемные вопросы изучения нарушений письма у младших школьников общеобразовательных школ / О.Б. Иншакова, А.Г. Иншакова // Практическая психология и логопедия. – 2003. – №1-2. – С. 37-41.
15. Клецина И.С. Гендерная социализация. – СПб., 1998. – 92 с.
16. Колесов Д.В. Биология и психология пола. – М., 2000. – 172 с.
17. Корнев А.Н. Нарушения чтения и письма у детей. – СПб., 1997. – 283 с.
18. Корнев А.Н. Онтогенез речевой деятельности. – СПб., 2005.
19. Крещенко О.Ю. Психофизиологические критерии трудностей обучения письму и чтению у школьников младших классов: автореф. дисс. ... канд. наук. – М., 2003. – 24 с.
20. Крещенко О.Ю. Связь развития познавательных функций с трудностями письма у младших школьников // Онтогенез речевой деятельности: норма и патология. – М., 2005. – С. 161-164.
21. Панасевич Е.А. Половые особенности организации системной деятельности мозга при выполнении вербально-мнестических и образно-пространственных заданий у детей и взрослых / Е.А. Панасевич, М.Н. Цицеровин // Материалы Международной научной конференции «Физиология развития человека». – М., 2009.
22. Парамонова Л.Г. Правописание, шаг за шагом. – СПб., 1998. – 117 с.
23. Репина Т.А. Мальчики и девочки: две половинки? // Обруч. – 1998. – №6. – С. 3-5.
24. Садовникова И.Н. Нарушения письменной речи и их преодоление у младших школьников. – М., 1995. – 255 с.
25. Степанова Т.В. Обучение орфографии: гендерный подход? // Ученые записки института непрерывного педагогического образования. Вып. 4. Книга 2. – Великий Новгород, 2002.
26. Тельнюк И.В. Индивидуально-дифференцированный подход к организации самостоятельной деятельности девочек и мальчиков 5-6 лет в детском саду: автореф. дис...: канд. наук. – СПб., 1999. – 23 с.
27. Фотекова Т.А., Ахутина Т.В. Диагностика речевых нарушений школьников с использованием нейропсихологических методов. – М., 2002. – 135 с.
28. Хризман Т.П. Особенности ассоциативного речевого мышления у мальчиков и девочек, обучающихся в центре творческого развития «Талант» / Т.П. Хризман, Т.Н. Рабоненко // Проблемы детской речи. Материалы межвузовской конференции. 1996. www.spline.ifmo.ru
29. Шовгеля Е.Н. Роль половой дихотомии в семантическом компоненте языковой способности // Проблемы детской речи. Материалы межвузовской конференции. 1996. www.spline.ifmo.ru

30. S.Camarata Assessment and treatment of language disorders in children. San Diego, 2007. – 276 c.

31. D. McCarthy. Some possible explanations of sex differences in language development and disorders // J. psychol. –1953. –V. 35. – P. 155-160.

32. Kleinfeld D. The psychological profile of the health-oriented individual // European J. of Personality. –2005. – v. 5, № 1.

33. Lincoln E. A. Sex differences in the growth of American schools children. Baltimore, Warwick and York. –1927. – 114 p.

34. Management Committee for the National School English Literacy Survey. // Mapping Literacy Achievement, Results of the 1996 National School English Literacy Survey.- Melbourne: Curriculum Corporation. – 1997. – 26 p.

35. M. Lewis. State as an infant — environment interaction: An analysis of mother — infant behavior as a function of sex // Merrill-Palmer Quarterly. – 1971. – V. 18. – P. 95-121.

36. O'Brien M. Parents Speech to toddlers: The effect of play context/ O'Brien M., Nagle K. J. // J. of Language Development. – 1987. – V. 14. – P. 269-279.

37. Program for International Student Assessment. – 2003. – 68 p.

38. Schachter F. F. Do girls talk earlier? MLU in toddlers// Schachter F. F., Shore E., Hodapp R., Chalfin S., Bundy C. // Developmental Psychology. – 1978. – V. 14. – P. 388-392.

39. Summerskill J.// Sex differences in adjustment to college/ Summerskill J., Darling C. D. // J. Educ. Psychol. – 1955. – V. 46. – P. 355-361.

40. Thompson S.K. Gender labels and early sex-role development // Child Development. – 1975. – V.46. – P. 339-347.

ШКОЛА И ЗДОРОВЬЕ

СУТОЧНЫЕ И СЕЗОННЫЕ РИТМЫ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У ДЕТЕЙ 8–13 ЛЕТ

Н.И. Орлова¹, В.П. Рыбаков
Институт возрастной физиологии РАО, Москва

В работе представлены и проанализированы данные по изучению суточных и сезонных ритмов кратковременной слуховой памяти (КСП) у детей 8–13 лет. Установлено, что во всех возрастных группах сезонная динамика КСП у мальчиков и девочек различна. Показано, что во всех возрастных группах значительной части учащихся присущи оптимальные формы временной организации КСП: утренней, дневной и утренне-дневной типы. Сравнительное изучение распределения условных типов дневной динамики КСП среди мальчиков и девочек всех возрастных групп методом χ^2 показало наличие статистически значимых отличий между этими выборками.

Ключевые слова: суточные и сезонные ритмы, кратковременная слуховая память, детский возраст.

Circadian and seasonal rhythms of short-term memory in 8-13-year-old children.
The article presents the analysis of research data on circadian and seasonal rhythms of short-term auditory memory in 8-13 year old children. It is found out that in all age groups the seasonal changes in short-term auditory memory in boys and girls are different. It is shown that in all age groups most pupils demonstrate optimum time organization of short-term auditory memory: morning, afternoon and morning-afternoon types. Comparative analysis of quantitative distribution of short-term memory curves among boys and girls with χ^2 method showed significant differences between these two samples.

Key words: circadian and seasonal rhythms, auditory memory, child age.

Все живое подчинено законам ритмической деятельности. В то же время, биологические ритмы в онтогенезе организма образуются не сразу. Установлено, что человек рождается, уже имея околосуточные и годовые ритмы ограниченного числа функций, а затем постепенно формируются другие ритмы организма. Времена года оказывают существенное влияние на функциональную активность организма человека и животных. [1, 3]. Полагают, что биологические ритмы находятся в тесной связи друг с другом [4, 18]. Так, сезонные ритмы, по всей вероятности, взаимодействуют с суточными, что приводит к систематическим изменениям основных биоритмологических параметров последних [4, 8]. Временное согласование физиологических процессов является оптимальным условием существования организма. Нарушение согласованности биоритмов (десинхроноз) снижает сопротивляемость организма к условиям среды, уменьшает его работоспособность [17]. Кроме того, десинхроноз является первым неспецифическим проявлением большинства патологических состояний и нарушений адаптации человека к среде. Известно, что в силу ряда объективных причин детский организм

Контакты:¹ Орлова Н.И., E-mail:ninalynx@list.ru

более предрасположен к возникновению десинхроноза, чем взрослый [6, 7]. И, следовательно, чтобы избежать этого предвестника патологического состояния, необходимо иметь четкое представление о временной структуре различных функций организма.

На сегодняшний день известно о суточной ритмичности более 300 функций человека и процессов его организма. К их числу относится и кратковременная память (КП), играющая одну из ключевых ролей в процессе обучения, поскольку успешность обучения во многом обусловлена объемом запоминания и воспроизведения школьного материала.

В доступной нам литературе встречаются лишь единичные исследования, посвященные изучению суточной и сезонной активности функции кратковременной памяти, выполненные, как правило, на взрослых людях [8, 12, 22]. Так, при изучении дневной динамики КП зрительной и слуховой модальности обнаружены существенные колебания уровня кратковременной слуховой памяти в течение рабочего дня [12]. Из данных, полученных П. Колькюхунь [8] следует, что запоминание бессмысленных слов обычно быстрее происходит в утреннее время суток. В целом, анализ литературных данных показал, что в большинстве исследований, выполненных на детях, объем кратковременной памяти изучался без учета ее дневной динамики [9, 10]. В то же время известно, что в течение суток амплитуда ритма психофизиологических показателей у детей меняется весьма существенно и это следует учитывать при построении их режима обучения. Результаты собственных исследований, выполненных на учащихся 8–13 лет, показали, наличие сезонной и дневной динамики кратковременной зрительной памяти и выявили их половые особенности у школьников разных возрастных групп [13, 14]. Поскольку в обработке поступающей информации у школьников принимают участие как зрительный, так и слуховой анализатор, представляется интересным также исследовать суточные и сезонные ритмы кратковременной слуховой памяти у детей и определить их половые особенности.

Целью настоящей работы явилось изучение суточных и сезонных ритмов кратковременной слуховой памяти (КСП) у детей 8–13 лет.

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 показателя КСП определяли 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 кратковременной слуховой памяти проводили 4–5 раз в ходе учебного дня в зависимости от продолжительности пребывания учащихся в школе. Определение КСП проводилось с использованием таблиц с различными рядами случайных цифр по схеме А.А. Гуминского и соавторов [5].

Определение объема воспроизведения КСП проводилось следующим образом. Группам испытуемых зачитывались три ряда случайных цифр, каждый из которых содержал от 5 до 7 цифр. В соответствии с данными литературы [11] количество цифр в рядах составляло: для 8–9-летних школьников – 5, 5 и 6 или 5, 6

и 6 (в сумме 16–17 цифр); для 10-11-летних школьников – три ряда по 6 или 6, 6 и 7 (в сумме 18–19 цифр); для 12–13-летних учащихся – 6 и два ряда по 7 или три ряда по 7 (в сумме 20–21 цифра).

Цифры произносились предельно четко с интервалом в одну секунду (в ритме стартового отсчета времени) один раз. Учащиеся должны были внимательно прослушать зачитываемый ряд цифр и воспроизвести его по памяти на заранее розданных бланках в течение не более 1 минуты. Каждый ряд зачитывался по очереди, начиная с самого короткого. В период от окончания счета экспериментатором до начала его воспроизведения испытуемыми стояла полная тишина. Обработка результатов теста заключалась в определении правильно и неправильно воспроизведенных по памяти цифр. У каждого испытуемого оценивалось количество правильно воспроизведенных цифр, выраженных в процентах, по отношению к количеству цифр, в предъявлении, принятых за 100% [20].

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 КСП 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. Адаптивную оценку кривых проводили, исходя из временного соотношения акрофаз кривых со временем нахождения детей в школе (8.30–15.00 ч.) с учетом типологизации кривых по В.А. Доскину и Н.Н. Куинджи [6].

При проведении сравнительного анализа индивидуальных хронограмм КСП, полученных при тестировании мальчиков, с результатами исследования, полученными при обследовании девочек, использовался метод Chi-Square (χ^2).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований свидетельствуют о том, что у мальчиков и девочек 8–9-летнего возраста сезонная динамика КСП различна. Так, у мальчиков продуктивность КСП осенью, зимой и весной существенно не различается, т.е. уровень КСП стабилен. У девочек этого возраста от осени к весне выявлено значимое повышение ($p < 0,01$) уровня КСП. При этом следует отметить, что объем воспроизведения КСП в зимний и весенний периоды наблюдений практически одинаков (рис.1).

Сопоставление продуктивности КСП у мальчиков и девочек 8–9-летнего возраста показало, что объем воспроизведения слуховой информации во все периоды наблюдений у девочек существенно выше ($p < 0,001$), чем у мальчиков (рис. 1).

В группе детей 10–11 лет у мальчиков уровень КСП в течение учебного года практически одинаков, а у девочек от осени к весне наблюдается существенное повышение ($p < 0,05–0,01$) продуктивности КСП (рис. 1).

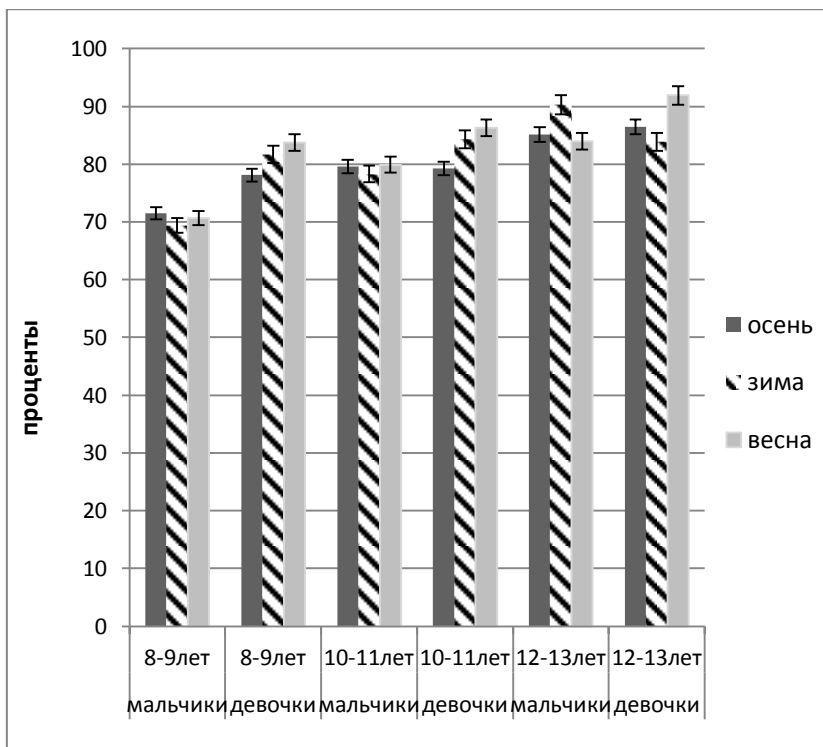


Рис.1. Продуктивность КСП у мальчиков и девочек 8–13 лет в разное время года (по оси ординат – продуктивность КСП в %)

Следовательно, сезонная динамика КСП у учащихся 8–9 и 10–11 лет, как у мальчиков, так и у девочек имеет аналогичный характер.

Сравнение объемов *воспроизведения* слуховой информации у мальчиков и девочек 10–11 лет показало, что у девочек зимой и весной продуктивность КСП значимо выше ($p < 0,05 - 0,01$), чем у мальчиков (рис.1).

У мальчиков 12–13 лет характер сезонной динамики КСП иной, чем в предыдущих возрастных группах: пик продуктивности КСП приходится на зимнее время года, осенью и весной уровни КСП значимо ($p < 0,01$) ниже и существенно не различаются между собой. У девочек 12–13 лет осенью и зимой объем *воспроизведения* КСП практически одинаков, а весной отмечается значимое повышение ($p < 0,05$) продуктивности КСП (рис. 1).

Сравнение объемов *воспроизведения* слуховой информации у мальчиков и девочек 12–13 лет показало, что осенью продуктивность КСП у мальчиков и девочек практически одинакова, зимой объем *воспроизведения* КСП у мальчиков значимо выше ($p < 0,01$), чем у девочек, а весной, напротив, уровень КСП у девочек существенно выше ($p < 0,01$), чем у мальчиков (рис.1).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о наличии определенных различий между мальчиками и девочками в сезонной динамике КСП. Показано, что во всех возрастных группах сезонная динамика КСП у мальчиков и де-

вочек различна. Так, у мальчиков 8–9 и 10–11 лет уровень КСП во все периоды наблюдений практически одинаков, а у мальчиков 12–13 лет существенное ($p < 0,01$) повышение продуктивности КСП выявлено зимой. У девочек 8–9, 10–11 и 12–13 от осени к весне отмечено значимое повышение ($p < 0,05–0,001$) объема воспроизведения слуховой информации. По-видимому, психофизиологические функции организма мальчиков и девочек в разной степени подвержены влиянию сезонных факторов.

Изучение возрастной динамики продуктивности КСП показало, что вне зависимости от периода исследований у мальчиков продуктивность КСП с возрастом существенно повышается (рис. 1), что полностью согласуется с данными других авторов [6, 21]. В отличие от мальчиков, у девочек 8–9 и 10–11 лет объем воспроизведения слуховой информации осенью, зимой и весной существенно не различается (рис. 1). Значимое повышение ($p < 0,01$) продуктивности КСП у 12–13-летних школьниц по отношению к более младшим возрастным группам выявлено в осенний и весенний периоды наблюдений (рис. 1). По-видимому, темпы созревания функции КСП у мальчиков и девочек 8–13 лет различны и в разной степени зависят от влияния климатогеографических факторов. По мнению ряда авторов [2, 15, 19] морфологическое созревание головного мозга у девочек и мальчиков происходит разными темпами, что, вероятно, может отразиться на процессе воспроизведения предъявляемой информации.

Изучение суточных ритмов проводилось путем определения временных типов дневной динамики кратковременной слуховой памяти. По данным В.А. Доскина с соавторами [6, 7], несмотря на то, что биологический ритм формируется еще задолго до рождения ребенка, а организм матери является основным источником сигналов времени для будущего ребенка, окончательное формирование биоритмологического профиля организма человека заканчивается только к 17 годам. Кроме того, для определения биоритмологического профиля необходимо одно-временное изучение динамики нескольких функций. Поскольку данное исследование выполнялось на детях 8–9, 10–11 и 12–13-летнего возраста, и в нем изучалась дневная динамика только кратковременной слуховой памяти, отнесение ребенка к тому или другому типу биоритмальной активности является достаточно условным.

Для решения поставленной задачи, как и в предыдущих исследованиях [14], при анализе индивидуальных хронограмм КСП мы выделяли условные типы дневной динамики кратковременной слуховой памяти: утренний, дневной, вечерний, утренне-дневной, утренне-вечерний, дневно-вечерний и аритмичный. Сопоставление времени нахождения учащегося в школе с периодом повышенного в течение дня объема кратковременной слуховой памяти позволило выделить наиболее оптимальные типы кривых (утренние, дневные и утренне-дневные) и наиболее неоптимальные типы (вечерние и аритмичные).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в обследованной выборке школьников наряду с утренними, дневными и вечерними вариантами кривых продуктивности КСП, характеризующимися одной акрофазой, встречаются формы кривых с двумя акрофазами (табл. 1, 2 и 3).

Результаты исследования показали, что у детей 8–9 лет во все периоды наблюдений преобладает утренний тип кривых КСП (табл. 1). Осенью количество утренних форм кривых КСП у мальчиков и девочек практически одинаково и со-

ставляет около 1/3 от общего числа кривых. В зимний и весенний периоды наблюдений в группе мальчиков число детей с утренними формами кривых выше, чем в группе девочек в 1,4 и 1,9 раза соответственно. Количество дневных форм кривых КСП в зимний и весенний периоды наблюдений в обеих половых группах примерно одинаково, а осенью у девочек в 1,4 раза выше, чем у мальчиков. Следует отметить полное отсутствие зимой в группе мальчиков, а весной, как у мальчиков, так и у девочек вечерних форм кривых КСП (табл.1).

Из кривых с двумя акрофазами в осенний период наблюдений у мальчиков лидирует дневно-вечерний, а у девочек – аритмичный тип; зимой в группе мальчиков преобладает аритмичный, а в группе девочек утренне-дневной тип; весной у мальчиков на первое место выходит аритмичный, а у девочек – утренне-дневной вариант кривых (табл.1).

Сравнительный анализ количественного распределения типов дневной динамики КСП выборки мальчиков 8–9 лет с выборкой девочек того же возраста с использованием метода χ^2 показал наличие достоверных ($p < 0,05$) отличий между этими выборками в зимний и весенний периоды наблюдений.

У учащихся 10–11 лет осенью чаще всего встречаются дневной тип кривых КСП у мальчиков и утренний, вечерний и дневно-вечерний – у девочек (табл.2). В зимнее время года у мальчиков число дневных форм кривых КСП увеличивается в 1,9 раза. У девочек также лидируют кривые дневного и утренне-дневного типов КСП, число последних по сравнению с осенью увеличилось в 3 раза. К весне у мальчиков число дневных форм кривых сокращается в 1,7 раза и параллельно резко увеличивается количество двухфазных кривых утренне-вечернего и дневно-вечернего типов (табл.2). У девочек число утренних форм кривых увеличивается в 1,4 раза, в 3 раза возрастает количество форм кривых дневно-вечернего типа и полностью исчезают утренне-дневной и утренне-вечерний типы (табл.2).

Таблица 1

Распределение (в %) условных типов дневной динамики КСП у детей 8–9 лет в разное время года

Типы кривых	Осень		Зима		Весна	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Утренний	36,6	32,9	61,7	43,2	64,9	33,7
Дневной	16,7	22,6	25,5	27,2	16,2	17,9
Вечерний	13,3	12,2	0	9,1	0	0
Утренне-дневной	6,7	5,2	4,3	11,4	0	19,3
Утренне-вечерний	10,0	7,1	0	0	0	3,4
Дневно-вечерний	16,7	9,7	0	9,1	0	9,0
Аритмичный	0	10,3	8,5	0	18,9	16,7

Сравнительный анализ количественного распределения типов дневной динамики КСП выборки мальчиков 10–11 лет с выборкой девочек того же возраста с использованием метода χ^2 показал наличие достоверных ($p < 0,05$) отличий между этими выборками в зимний и весенний периоды наблюдений.

Среди школьников 12–13-летнего возраста осенью у мальчиков чаще всего встречаются формы кривых дневного, а у девочек – утреннего и дневного типов (табл.3). Среди двухфазных форм кривых в обеих половых группах лидирует дневно–вечерний тип. Зимой на первое место у мальчиков выходят утренние формы кривых биоритмальной активности, число которых возрастает в 2,6 раза по сравнению с осенью. У девочек по-прежнему лидирует дневной тип КСП, хотя число его кривых несколько снижается (в 1,4 раза). К весне у девочек число дневных форм кривых остается прежним, а утренних увеличивается в 2 раза и выходит на первое место. Следует отметить некоторый рост от зимы к весне утренне–дневных форм кривых в 1,8 раза у мальчиков и в 1,4 раза у девочек (табл.3).

Сравнительный анализ количественного распределения типов дневной динамики КСП выборки мальчиков 12–13 лет с выборкой девочек того же возраста с использованием метода χ^2 показал наличие достоверных ($p < 0,05$) отличий между этими выборками во все периоды наблюдений.

Анализ полученных данных показал, что у большей части детей 8–9-летнего возраста выявлены утренний, дневной и утренне–дневной типы временной организации КСП. У мальчиков от осени к зиме наблюдается рост оптимальных вариантов кривых КСП в 1,5 раза, а у девочек в 1,2 раза. К весне число оптимальных вариантов кривых снижается как у мальчиков, так и у девочек (табл. 1).

Таблица 2

Распределение (в %) условных типов дневной динамики КСП у детей 10–11 лет в разное время года

Типы кривых	Осень		Зима		Весна	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Утренний	21,7	19,3	17,6	25,0	10,9	34,2
Дневной	28,3	12,3	52,9	12,5	30,4	15,8
Вечерний	15,2	19,3	8,8	0	2,2	10,5
Утренне–дневной	4,3	7,0	14,7	22,5	17,4	0
Утренне–вечерний	13,0	14,0	5,9	17,5	15,2	0
Дневно–вечерний	15,2	21,1	0	10,0	23,9	31,6
Аритмичный	2,2	7,0	0	12,5	0	7,9

Аналогичный рост оптимальных форм кривых КСП от осени к зиме наблюдается и в группе 10–11-летних школьников. К весне в обеих половых группах чис-

ло оптимальных форм кривых уменьшается: у мальчиков в 1,5 раза, у девочек – в 1,2 раза (табл.2).

У мальчиков 12–13-летнего возраста пик оптимальных вариантов кривых приходится на зиму, также как и в предыдущих возрастных группах, а у девочек – на весну (табл.3). Следовательно, в большинстве случаев зимний период наблюдений является наиболее благоприятным для усвоения слуховой информации.

Таблица 3

Распределение (в %) условных типов дневной динамики КСП у детей 12–13 лет в разное время года

Типы кривых	Осень		Зима		Весна	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Утренний	15,9	31,5	41,2	19,4	34,5	38,7
Дневной	30,2	31,5	35,3	22,3	17,2	22,6
Вечерний	9,5	11,1	5,9	9,7	3,5	0
Утренне-дневной	11,1	3,7	8,8	16,1	20,7	22,6
Утренне-вечерний	12,7	1,9	0	12,9	13,8	0
Дневно-вечерний	14,3	14,8	2,9	19,4	0	16,1
Аритмичный	6,3	5,5	5,9	0	10,3	0

Таким образом, всех возрастных группах значительной части учащихся присутствуют оптимальные формы временной организации КСП: утренний, дневной и утренне-дневной типы, что создает благоприятные условия для осуществления учебно-воспитательного процесса. Сравнительное изучение количественного распределения вариантов кривых КСП среди мальчиков и девочек всех возрастных групп методом χ^2 показало наличие статистически достоверных отличий между выборками в подавляющем большинстве случаев.

Полученные результаты имеют и определенное методическое значение, поскольку свидетельствуют о том, что изучение кратковременной слуховой памяти у школьников разных возрастных групп (8–9 лет, 10–11 лет 12–13 лет) следует проводить отдельно у мальчиков и девочек, так как у них имеются существенные отличия в уровне воспроизведения полученной информации. Кроме того, для оптимизации учебного процесса преподавателю желательно знать индивидуально-типологические особенности КЗП и КСП учащихся и учитывать их при построении урока, поскольку продуктивность запоминания и воспроизведения материала зависит от его наглядности и доступности восприятия [16]. Поэтому, тестирование краткосрочной памяти желательно проводить многократно в суточной, недельной или сезонной динамике, поскольку только такой подход способствует выявлению индивидуально-типологических особенностей мнемической функции.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что во всех возрастных группах сезонная динамика КСП у мальчиков и девочек различна. Так, у мальчиков 8–9 и 10–11 лет уровень КСП во все периоды наблюдений практически одинаков, а у мальчиков 12–13 лет существенное ($p < 0,01$) повышение продуктивности КСП выявлено зимой. У девочек 8–9, 10–11 и 12–13 от осени к весне отмечено значимое повышение ($p < 0,05–0,001$) объема воспроизведения слуховой информации.

2. Показано, что в группе детей 8–9 лет во все периоды наблюдений уровень КСП у девочек значимо ($p < 0,001$) выше, чем у мальчиков. В группе учащихся 10–11-летнего возраста аналогичная картина отмечается зимой и весной.

3. Выявлено, что в группе школьников 12–13-летнего возраста осенью продуктивность КСП у мальчиков и девочек практически одинакова. Зимой объем воспроизведения слуховой информации у мальчиков значимо ($p < 0,01$), выше, чем у девочек; а весной у девочек существенно выше ($p < 0,01$), чем у мальчиков.

4. С возрастом отмечается существенный рост продуктивности КСП у детей обоего пола в осенний и весенний периоды наблюдений. Зимой значимый ($p < 0,001$) рост уровня КСП отмечен только в группе мальчиков.

5. Показано, что во всех возрастных группах значительной части учащихся присущи оптимальные формы временной организации КСП: утренний, дневной и утренне–дневной типы. У детей обоего пола 8–9 и 10–11 лет, а также у мальчиков 12–13 лет наибольшее число оптимальных форм кривых (60,0–91,5%) выявлено зимой; а у девочек 12–13 лет – весной. Сравнительное изучение распределения условных типов дневной динамики КСП среди мальчиков и девочек всех возрастных групп методом χ^2 показало наличие статистически значимых отличий между выборками в подавляющем большинстве случаев.

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. Бианки В.Л., Филиппова Е.Б., Асимметрия мозга и пол. – СПб.: СПб. Ун-т, 1997. – 328 с.
3. Волкова Л.В. Спектральные характеристики годичных ритмов психофизиологических свойств индивидуальности: автореф. дисс. ... канд. псих. наук. – Уфа, 1998. – 18 с.
4. Голиков А.П., Голиков П.П. Сезонные биоритмы в физиологии и патологии. – М.: Медицина, 1973. – 166 с.
5. Гуминский А.А., Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. – М., 1990. – 239 с.
6. Доскин В.А., Куинджи Н.Н. Биологические ритмы растущего организма. – М., 1989. – 224 с.
7. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А. Ритмы жизни. – М.: Медицина, 1991. – 176 с.
8. Колькюхунь П. Ритмы работоспособности / Кн.: Биологические ритмы. Т.1. / Под ред. Ю. Ашоффа. – М.: Мир, 1984. – С. 389–408.

9. Коновалов В.Ф., Журавлев Г.И., Сериков И.С. Особенности простых и сложных форм памяти в зависимости от возраста и пола // Вопросы психологии. – 1987. – №4.
10. Левина И.Л. Гендерные различия в состоянии психического здоровья школьников: Бюллетень СО РАМН. – 2003. – №2(108). – С. 40–48.
11. Маркова А.К., Лидерс А.Т., Яковлева Е.Л. Диагностика и коррекция умственного развития школьников в школьном и дошкольном возрасте. – Петрозаводск, 1992. – 180 с.
12. Невельский П.Б., Розембаум М.Д., Серета А.А. Динамика кратковременной памяти в течение рабочего дня // Психологические механизмы памяти и ее закономерности в процессе обучения. Материалы Всес. Симп. по психологии памяти. – Харьков, 1970. – С. 169-172.
13. Орлова Н.И. Некоторые особенности адаптации учеников младшего и среднего школьного возраста к учебной деятельности. Материалы 1 Межд.научно–практ. конф. «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды». – Челябинск, 2006. – С. 317-319.
14. 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.
15. Разумникова О.М., Вольф Н.В. Латеральные эффекты эмоциогенной стимуляции в вербальных мнестических процессах у мужчин и женщин // Журн. высш. нервн. деят. – 2002. – Т.52. – Вып.3. – С. 187-192.
16. Понарядова Г.М. Научите себя запоминать. – С.-Петербург, 1997. – 140 с.
17. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации. – М., 1986. – 241 с.
18. Хильдебрандт Г., Мозер М., Лехофер М. Хронобиология и хрономедицина. Биологические ритмы. Медицинское применение / Под ред Ф.И. Комарова, С.И. Рапопорт. – М.: Арнебия, 2006. – 144 с.
19. 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.
20. Шапиро А.Л. Гигиеническая оценка режима дня и динамики умственной работоспособности у школьников 1–7 классов с отклонениями в состоянии здоровья // Гигиена и санитария. – 1980. – С. 33-35.
21. Яковлева Е.Л. Развитие внимания и памяти у школьников. М., 1995.–38с.
22. Baddeley A.D., Hatter J.E., Scott D., Snashall A. Memory and time of day. // Quart. J. Exp. Psychol., 1970. – V 22, № 4. – P. 605-609.

ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ ЗА КОМПЬЮТЕРОМ НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ДЕВОЧЕК И МАЛЬЧИКОВ 10 ЛЕТ

Л.В. Макарова¹, Г.Н. Лукьянец
УРАО «Институт возрастной физиологии», Москва

Изучена умственная работоспособность детей 8-10 лет в процессе работы на компьютере. Исследования показали, что динамика показателей умственной работоспособности в процессе работы на компьютере у учащихся 10 лет была более благоприятной по сравнению с детьми младшего возраста и характеризовалась улучшением большинства показателей, что может свидетельствовать о повышении устойчивости их организма к нагрузкам, связанным с работой на компьютере. Выявлены различия по некоторым показателям умственной работоспособности между девочками и мальчиками.

Ключевые слова: дети 10 лет, мальчики, девочки, умственная работоспособность, утомление, компьютер

Influence of working on the computer on mental working capacity of 10-year-old boys and girls. Mental working capacity of 8-10-year-old children during their work on the computer was studied. The research showed that dynamics of indices of mental working capacity during computer work turned to be more favourable in 10-year-old children than in younger children. The work of older children was characterized by the improvement of most indices which can mean higher resistance of child organism at this age to the computer work load.

Key words: 10-year-old boys and girls, mental working capacity, working on the computer

Последние годы отличаются активным проведением реформирования системы образования. Появилось множество новых типов учебно-воспитательных учреждений (лицеи, гимназии, учебно-воспитательные комплексы и т.д.), разрабатываются новые методики преподавания, внедряются новые технологии обучения, в том числе информационные и коммуникационные. С начала введения информатики в учебный процесс общеобразовательной школы произошли существенные изменения. Изменилось и отношение к компьютеру. Сегодня уже никто не воспринимает его как диковинку. Для всех уже очевидно, что построение прогрессивного информационного общества не возможно без компьютерной грамотности. И начинать процесс обучения необходимо уже с младших школьников. Современное общество несет огромную ответственность перед детьми за их будущее. Любое достижение цивилизации имеет и негативную составляющую. Компьютер, при его бездумном использовании, может оказать вредное воздействие, как на развитие ребенка, так и на его здоровье.

История использования компьютеров в системе образования насчитывает уже не один десяток лет. И не смотря на это, интерес к данной проблеме не снижается. Изменяется лишь спектр интересующих общество вопросов. И это не случайно. Совершенствование технологий происходит постоянно и чрезвычайно высокими темпами. Кардинальным образом изменилось качество видеотерминалов, поража-

Контакты:¹ Макарова Л.В., E-mail: ludaludamk@mail.ru

ет разнообразие компьютерных программ, появились новые виды электронных носителей информации и т.д. Не всегда эти изменения позитивны. Предсказать каким образом они будут влиять на организм пользователей не возможно. В каждом конкретном случае необходимо проведение научных исследований с учетом всех имеющих место факторов и обстоятельств.

Важными вопросами, требующими научного решения, являются возрастные и половые особенности реактивности физиологических систем детского организма в процессе их работы на компьютере. Одним из критериев, отражающим изменение функционального состояния организма, является состояние умственной работоспособности. В связи с этим, изучение особенностей динамики ее показателей в процессе работы на компьютере у детей 8-10 лет и было задачей данного исследования.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на базе ГОУ ЦО №1498 Москвы. Под наблюдением находились 90 учащихся 8-10 лет. Исследования проводились на уроке информатики в утренние часы во вторник, четверг. Дети работали на компьютере в течение 15 минут не более одного раза в день. Занятия проводились по подгруппам поочередно 1 раз в неделю. Условия работы в компьютерном зале соответствовали гигиеническим требованиям.

До и после работы на компьютере у детей проводилось исследование умственной работоспособности методикой дозирования работы во времени с помощью буквенных корректурных таблиц. Предварительно с детьми в индивидуальном порядке было проведено обучение работе с корректурными таблицами и пробное исследование. При каждом исследовании задания менялись, что позволяло исключить их запоминание. Для каждой работы рассчитывались показатели интенсивности (количество просмотренных знаков) и качества (количество допущенных ошибок). Затем данные обрабатывались с помощью компьютерной программы для статистической обработки результатов корректурного тестирования детей и подростков (НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков НЦЗД РАМН). Учитывались средние показатели интенсивности работы (количество прослеженных знаков), ее качества (количество ошибок на 500 знаков). Вычислялся коэффициент продуктивности. Проводилась комплексная оценка каждой работы (с учетом скорости и точности ее выполнения) по пятибалльной системе. Работе присваивалась оценка “отлично” при хорошей скорости и хорошей точности; “хорошо” – в том случае, если один из показателей относится к хорошему значению; “удовлетворительно” – если оба показателя относятся к средним значениям или один из показателей к хорошим, а другой к плохим; “неудовлетворительно” – если один из показателей относится к средним величинам, а другой к плохим, “плохо” – при плохой скорости и плохой точности. Для оценки состояния коллектива в целом учитывалось процентное распределение работ по комплексной оценке, и вычислялся коэффициент преобладания “П” по формуле, характеризующий отношение количества отличных и хороших работ к количеству неудовлетворительных и плохих.

Помимо этого определялся характер индивидуальных сдвигов по схеме, где каждому сочетанию изменений скорости и точности присваивался определенный

номер сдвига. За изменения принимались колебания в ту или иную сторону скорости работы на 5% и качества работы на 0,5 ошибки на 100 знаков. Учитывалось количество благоприятных сдвигов (№ 1-4), сдвигов, отражающих начальные признаки утомления (№ 5-6), утомление (№7,8) и выраженное утомление (№9). Дополнительно рассчитывался «Коэффициент снижения работоспособности» КСР [3]. Он характеризует степень снижения работоспособности исследуемого коллектива. Каждому индивидуальному сдвигу работоспособности соответствует свой балл. Коэффициент рассчитывался по следующей формуле:

$$КСР = \frac{n_1 (0) + n_{2-4} (-1) + n_{5-6} (+1) + n_{7-8} (+2) + n_9 (+3)}{N},$$

где n_1 – число сдвигов №1, n_{2-4} – число сдвигов №2,3,4, n_{5-6} – число сдвигов №5,6, n_{7-8} – число сдвигов №7,8, n_9 – число сдвигов №9, N – общее число сдвигов.

После окончания экспериментального исследования и статистической обработки проведен сравнительный анализ полученных результатов отдельно для мальчиков и девочек.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования умственной работоспособности детей 8-10 лет в процессе работы на компьютере представлены в таблице 1. Анализ полученных данных показал, что учащиеся 8 и 9 лет имели близкие по уровню исходные показатели, соответствующие возрастным нормативам[2]. Динамика их характеризовалась отсутствием значимых изменений скорости работы и достоверным увеличением количества ошибок (соответственно на 3,7 ош., $p < 0,01$; и на 1,6 ош., $p < 0,05$), что свидетельствовало о снижении умственной работоспособности детей от начала к концу работы на компьютере.

Таблица 1

Изменение показателей умственной работоспособности детей 8-10 лет в динамике работы на компьютере ($M \pm m$)

Показатель	Время исследования	Возраст, лет		
		8	9	10
Интенсивность работы, кол-во знаков	До работы на компьютере	183,7 ± 9,3	186,2 ± 5,5	241,1 ± 6,7*
	После работы на компьютере	188,9 ± 8,4	197,7 ± 6,5	253,1 ± 6,7
Качество работы, кол-во ошибок на 500 зн.	До работы на компьютере	7,1 ± 0,4	8,2 ± 0,4	7,6 ± 0,3
	После работы на компьютере	10,8 ± 0,6*	9,8 ± 0,5*	7,8 ± 0,3

*Примечания: * - достоверные различия*

Исходный уровень показателей у учащихся 10 лет так же соответствовал нормативам для детей этого возраста [2] и характеризовался достоверно более высоким уровнем интенсивности работы по сравнению с детьми 8-9 лет. В процессе работы на компьютере достоверных изменений не отмечалось, что может свидетельствовать о повышении устойчивости 10-летних детей к нагрузкам, связанным с работой на компьютере. Это подтверждалось и результатами индивидуального анализа данных: снижением доли неблагоприятных изменений показателей к концу работы на компьютере и уменьшение КСР у учащихся этого возраста по сравнению с детьми 8-9 лет (табл. 2).

Таблица 2

Распределение детей по характеру индивидуальных сдвигов показателей умственной работоспособности в процессе работы на компьютере (число случаев в %)

Возраст, лет	Характер изменений				КСР, усл.ед.
	Благоприятные	Начальные признаки утомления	Утомление	Выраженное утомление	
8	11,4	60,0	11,4	17,2	1,2
9	38,3	36,2	8,5	17,0	0,7
10	32,9	44,7	11,8	10,6	0,7

Интерес представляют и гендерные аспекты взаимодействия детей с компьютером. С этой целью результаты были обработаны и проанализированы отдельно для мальчиков и девочек. Данные представлены в табл. 3. Как показали исследования исходный уровень работоспособности у девочек выше по сравнению с мальчиками ($t=3,2$, $p < 0,05$), что согласуется с данными литературы [1, 4].

Динамика показателей умственной работоспособности в процессе работы на компьютере была сходной: и у девочек и у мальчиков она имела благоприятное течение. К концу работы отмечалась тенденция к улучшению большинства показателей: увеличению скорости работы, снижению количества допущенных ошибок, увеличению коэффициента продуктивности и коэффициента преобладания П. При сходной благоприятной картине изменений обращает на себя внимание тот факт, что степень улучшения показателей у мальчиков более выражена, чем у девочек.

Некоторые различия выявились в динамике отдельных показателей умственной работоспособности. Так, количество сдвигов, характеризующих утомление и выраженное утомление, у девочек было выявлено значительно больше, чем у мальчиков: 34,8% против 7,7%, КСР (рис. 1) также был значительно выше (1,0 против 0,33 усл. ед.).

Таблица 3

Изменение показателей умственной работоспособности девочек и мальчиков 10 лет в динамике работы на компьютере ($M \pm m$)

Показатель	Девочки		Мальчики	
	До работы на компьютере	После работы на компьютере	До работы на компьютере	После работы на компьютере
Интенсивность работы, кол-во знаков	259,1±9,5	265,9±9,2	221,3±6,7*	243,6±9,3
Качество работы, кол-во ошибок на 500 зн.	7,6±0,4	7,1±0,4	8,2±0,5	8,0±0,4
Коэффициент продуктивности, усл.ед.	23,0±0,9	23,1±0,8	19,2±0,7	21,0±0,9
Кол-во работ отличных и хороших, %	32,6	30,4	33,3	41,0
Кол-во работ удовлетворительных, %	41,3	43,5	33,4	38,5
Кол-во работ неудовл. и плохих, %	26,1	26,1	33,3	20,5
Коэффициент преобладания, усл.ед.	1,3	1,2	1,0	2,0
Индивидуальные сдвиги работоспособности, %	№1-4	23,9		43,6
	№5-6		41,3	48,7
	№7-8		21,7	0
	№9		13,1	7,7
КСР, усл. ед.		1,0		0,33

*Примечания: * - достоверные изменения*

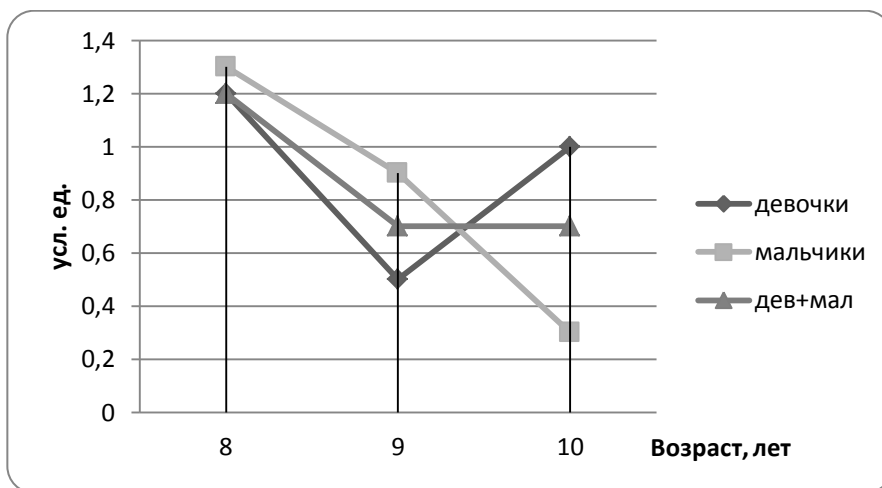


Рис. 1. Коэффициент снижения работоспособности у детей 8-10 лет после работы на компьютере.

ВЫВОДЫ

1. Уровень исходных показателей умственной работоспособности учащихся 8, 9 и 10 лет соответствовал нормативам для детей данного возраста.
2. Динамика показателей умственной работоспособности в процессе работы на компьютере у учащихся 10 лет была более благоприятной по сравнению с детьми младшего возраста и характеризовалась улучшением большинства показателей, что может свидетельствовать о повышении устойчивости их организма к нагрузкам, связанным с работой на компьютере.
3. Выявлены различия по отдельным показателям умственной работоспособности между девочками и мальчиками: больший процент сдвигов, характеризующих утомление и выраженное утомление, и более высокий коэффициент снижения работоспособности к концу работы на компьютере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукьянец Г.Н., Макарова Л.В. Функциональное состояние ЦНС детей 10 лет в процессе работы на компьютере // Мат-лы XXI международной научно-практической конференции по проблемам физического воспитания учащихся "Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире". – Коломна, 2011. – С. 52-57.
2. Нормативы физического развития показателей психомоторных и когнитивных функций, умственной работоспособности, деятельности сердечнососудистой системы, адаптационного потенциала детей 8, 9, 10 лет: пособие для врачей. – М., 2006. – 65 с.
3. Степанова М.И. Гигиеническая характеристика основных факторов, определяющих утомительность уроков в начальной школе: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1984. – 20 с.
4. Степанова М.И. Гигиенические основы организации начального обучения детей в современной школе. автореф. дисс. ... доктора мед наук. – М. – 2003. – 48 с.

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ВОЗРАСТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ СПИНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

*О.В. Ланская¹, А.А. Челноков, Е.Ю. Андриянова
Федеральное государственное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Великолукская государственная академия
физической культуры и спорта»*

В результате изучения в возрастном аспекте карт порогов и амплитуд мультисегментарных моносинаптических ответов мышц нижних конечностей у мужчин зрелого возраста выявлено смещение спинальных проекционных областей исследованных мышц и снижение возбудимости иннервируемых их мотонейронов относительно группы лиц юношеского возраста.

***Ключевые слова:** юноши, мужчины зрелого возраста, спинальные механизмы организации движений, мультисегментарные моносинаптические рефлексy, мышцы нижних конечностей.*

***Age differences in spinal projections of muscles in lower extremities.** The study of thresholds and the amplitudes of multisegmental monosynaptic responses from muscles of lower extremities in men of mature age showed the displacement of the studied projected fields and lower excitation level of motor neurons innervating the studied muscles in comparison with the group of young people.*

***Key words:** young men, men of mature age, spinal mechanism of movements, multisegmental monosynaptic reflexes, muscles of lower extremities*

Возрастные изменения в нервно-мышечной системе связаны с характерными сдвигами на всех уровнях – от мышечного волокна до нервных клеток высших отделов центральной нервной системы. Установлено, что совершенствование в онтогенезе временных характеристик рефлекторных функций нейромоторного аппарата определяется уровнем морфофункционального созревания его звеньев и их анатомическими изменениями в процессе роста и развития [1, 2, 8, 10, 11]. В неврологической и нейрофизиологической практике широкое применение нашел метод магнитной стимуляции моторной коры и корешков спинного мозга, позволяющий регистрировать корковые и сегментарные вызванные моторные ответы с мышц-мишеней и изучать их возрастную динамику. При этом основное внимание уделено изучению вопроса о расхождениях нормативных показателей у детей и взрослых. Основные причины этого – незрелость кортико-спинального тракта ребенка, различия в степени миелинизации сенсорных и двигательных путей в зависимости от его возраста, а также сопоставление и соотнесение сроков формирования проводящей способности центральных и периферических эфферентных путей. В свою очередь, без должного внимания остаются вопросы, касающиеся дифференцированного изучения параметров как корковых, так и корешковых моторных ответов у лиц юношеского и зрелого возраста.

Контакты: ¹Ланская О.В., E-mail: lanskaya2012@yandex.ru

В настоящее время имеются достаточно обширные сведения, касающиеся исследований коркового моторного представительства скелетных мышц у взрослого здорового контингента, полученные с помощью транскраниальной магнитной стимуляции [5, 6, 12]. В свою очередь, сведения о представительстве скелетных мышц нижних конечностей человека, но на спинальном уровне ограничены. Таким образом, целью настоящего исследования явилось изучение у взрослых практически здоровых лиц разных возрастных групп особенностей организации спинально-мотонейронных проекций мышц нижних конечностей. Для этого было произведено картирование представительства в спинном мозге 8-ми билатеральных мышц бедра, голени и стопы у юношей и мужчин зрелого возраста.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования мультисегментарных моносинаптических ответов (MMRs) проводились в лаборатории нейрофизиологии НИИ проблем спорта и оздоровительной физической культуры на базе ФГОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта». В исследовании приняли участие здоровые юноши 17-19 лет (n=14) и зрелые мужчины 25-35 лет (n=14). Дифференцирование испытуемых по возрастным группам осуществлялось согласно возрастной периодизации, предложенной Д.А. Фарбер, М.М. Безруких [3].

В исследовании использовалась техника вызова одновременных билатеральных моносинаптических рефлексов целого ряда скелетных мышц нижних конечностей в ответ на кожную электрическую стимуляцию умеренной интенсивности, приложенную на нижнегрудном и поясничном спинальных уровнях [7]. Авторы, предложившие данный метод, показали, что при кожной стимуляции спинного мозга на вышеуказанных уровнях в симметрично расположенных мышцах нижних конечностей регистрируются двигательные ответы, характеристики которых указывают на их эквивалентность Н-рефлексу скелетных мышц.

Регистрацию биоэлектрических ответов выполняли с использованием биполярных кожных электродов с межэлектродным расстоянием 2 см, устанавливавшихся на 8-ми билатерально расположенных мышцах ног – двуглавых бедра, подколенных, камбаловидных и коротких сгибателей пальцев. Каждая пара электродов была установлена по центру над брюшком мышцы с ориентацией вдоль волокон. Для стимуляции катод располагали поверх кожи над межпозвоночной щелью последовательно между T11-T12, T12-L1, L1-L2, L2-L3, L3-L4 позвонками, а два больших анода билатерально по передней поверхности подвздошных гребней. Для каждого вышеуказанного уровня спинного мозга у лиц юношеского и зрелого возраста выявлялась оптимальная позиция с самым низким порогом и наибольшим значением амплитуды мультисегментарных моносинаптических ответов (MMRs) билатеральных проксимальных и дистальных мышц нижних конечностей, предположительно свидетельствующая о большей плотности мотонейронного представительства исследуемых мышц. В результате осуществлялось построение карт пороговых значений и амплитуды MMRs мышц бедра, голени и стопы. В процессе исследования испытуемые находились в положении лёжа на спине.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлено, что стимуляция каждого вышеуказанного уровня сопровождалась регистрацией рефлекторных двигательных ответов со всех проксимальных и дистальных мышц нижних конечностей. В таблице 1 указаны среднегрупповые пороговые величины MMRs билатеральных мышц нижних конечностей у юношей и лиц зрелого возраста. Сравнительный анализ представленных в таблице 1 показателей выявил, что у юношей, также как у зрелых мужчин, среднегрупповые значения порогов MMRs билатеральных двуглавых мышц бедра, подколенных, камбаловидных мышц и коротких мышц сгибателей пальцев, полученные при стимуляции на уровнях T11-T12, T12-L1, L1-L2, L2-L3 оказались значительно ниже соответствующих величин, зарегистрированных при стимуляции на уровнях между спинномозговыми позвонками L3-L4. При этом в ряде случаев наблюдались статистически значимые отличия в показателях ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$).

Установлено, что у юношей наименьшие пороговые значения MMRs билатеральных двуглавых мышц бедра, подколенных и коротких сгибателей пальцев регистрировались на уровне T11-T12, а камбаловидных – между спинномозговыми позвонками T12-L1 по сравнению с другими изучаемыми точками электрической кожной стимуляции спинного мозга. В свою очередь, в группе мужчин зрелого возраста минимальные величины порогов появления MMRs билатеральных двуглавых мышц и подколенных были зафиксированы при стимуляции спинного мозга на уровне между T12-L1, а для камбаловидных и коротких сгибателей пальцев – на уровне между L1-L2 позвонками (табл. 1). Это подтверждалось и наивысшими значениями максимальной амплитуды MMRs тестируемых мышц, определяемыми на этих уровнях. Так, в группе лиц 17-19 лет уровень спинного мозга между T11-T12 позвонками соответствовал точке, при стимуляции которой были зарегистрированы наибольшие величины амплитуды ответов большинства исследованных мышц, за исключением билатеральных камбаловидных, для которых оптимальная позиция определена как уровень T12-L1. В группе мужчин 25-35 лет карта амплитудных характеристик MMRs была аналогична карте пороговых значений MMRs и сосредоточена на уровнях T12-L1 – для билатеральных двуглавых мышц и подколенных и L1-L2 – для камбаловидных и коротких сгибателей пальцев. Таким образом, у лиц юношеского и зрелого возраста выявлены различия в локализации карт спинального представительства мышц проксимальных и дистальных отделов нижних конечностей.

Выявлено также, что практически на всех уровнях стимуляции спинного мозга в группе юношей, в большинстве случаев, зарегистрированы более низкие относительно второй группы испытуемых среднегрупповые пороговые значения MMRs исследованных мышц нижних конечностей (табл. 1) наряду с наиболее высокими показателями максимальной амплитуды двигательных ответов данных мышц. В ряде случаев выявлены достоверные различия в показателях ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$). Полученные данные указывают на значительное снижение рефлекторной возбудимости спинальных α -мотонейронов большинства исследованных мышц нижних конечностей у лиц старшей возрастной группы.

Таблица 1

Пороговые величины MMRs билатеральных мышц нижних конечностей у лиц юношеского и зрелого возраста (M_A), M_{±t}

	Изучаемые уровни стимуляции спинного мозга											
	T11-T12		T12-L1		L1-L2		L2-L3		L3-L4			
	юноши, n=14	зрелые, n=14	юноши, n=14	зрелые, n=14	юноши, n=14	зрелые, n=14	юноши, n=14	зрелые, n=14	юноши, n=14	зрелые, n=14		
Двуглавая м-ца бедра, левая	38,21±1,97 ***	46,25±2,67	42,14±3,62	$\frac{39,40 \pm 3,26}{**(\text{vv})}$	42,84±3,26	41,65±2,71 *(v)	41,90±3,46	51,81±2,80	51,21±3,34	51,09±2,87	p>0,05	
	p<0,05							p<0,05				
Двуглавая м-ца бедра, правая	36,87±2,07 ***	45,03±2,44 (v)	43,03±3,91	$\frac{40,97 \pm 2,70}{**(\text{vv})}$	44,65±4,01	42,75±3,87 *(v)	42,26±2,91	55,29±3,07	54,13±4,19	53,34±3,05		
	p<0,05						*					
Подколенная м-ца, левая	35,08±2,43 ***(vv)	44,66±2,86	39,43±3,28	$\frac{40,54 \pm 2,83}{*}$	42,55±2,96	41,36±2,89	49,25±3,25	44,69±3,46	51,64±4,19	51,59±3,80	p<0,05	
	p<0,05		*									
Подколенная м-ца, правая	35,82±2,17 ***(vv)	45,17±3,20	39,92±2,99	$\frac{40,13 \pm 3,01}{*}$	44,30±3,44	45,29±3,95	50,16±3,16	48,67±4,25	55,24±4,22	51,01±3,20		
	p<0,05		*									
Камбаловидная м-ца, левая	36,34±2,24	44,66±3,21	31,74±1,75 **	42,41±2,10	37,03±2,97	$\frac{39,81 \pm 2,09}{*}$	37,96±2,62	47,12±3,37	49,68±3,92	49,96±3,98		
	p<0,05		**		*		*					
Камбаловидная м-ца, правая	37,40±3,06	45,69±2,16	34,57±2,41 **	45,37±2,54	41,66±3,10	$\frac{41,59 \pm 3,30}{*(v)}$	39,06±5,93	54,86±3,97	51,53±4,84	53,00±3,82		
	p<0,05		**									
М-ца короткий сгибатель пальцев, левая нога	46,79±1,91 *(v)	50,60±3,94	47,39±2,85	55,09±3,11	50,61±2,42	$\frac{49,99 \pm 3,50}{*}$	53,52±2,46	54,39±3,11	55,59±3,72	54,33±2,41		
	p>0,05											
М-ца короткий сгибатель пальцев, правая нога	46,61±3,50	53,48±3,82	51,49±2,88	52,64±3,73	49,11±2,73	$\frac{51,06 \pm 3,49}{*}$	56,36±3,14	54,19±3,15	52,58±3,52	55,24±3,63		
	p>0,05											

Примечание: Достоверность отличия от соответствующего параметра, полученного при стимуляции на уровнях L2-L3 ((v)-p<0,05; (vv) – p<0,01) и L3-L4 (*-p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001).

Данный факт, в свою очередь, согласуется с научными изысканиями других авторов, которые установили, что с возрастом снижается возбудимость спинальных структур [9]. Вместе с тем, в результате исследований А.А. Челнокова [4] было выявлено, что рефлекторная доля возбудимых α -мотонейронов камбаловидной мышцы у подростков 14-15 лет выше, чем у мальчиков 9-12 лет, юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет. При этом не было установлено существенных возрастных различий в состоянии моносинаптической рефлекторной возбудимости α -мотонейронов камбаловидной мышцы у юношей 17-18 лет и мужчин 22-27 лет [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при изучении возрастного профиля карт порогов и амплитуды MMRs мышц бедра, голени и стопы, полученных при стимуляции нижнегрудного и поясничного спинальных уровней, была выявлена более высокая рефлекторная возбудимость мотонейронов этих мышц у юношей по сравнению с мужчинами зрелого возраста. Полученные результаты исследования также могут свидетельствовать, что у мужчин 25-35 лет спинально-моторные проекции проксимальных мышц нижних конечностей сосредоточены на уровне спинного мозга между T12-L1 позвонками, а дистальных мышц ног – на межпозвоночном уровне L1-L2. При этом проекционная область большинства исследованных мышц у лиц 17-19 лет была локализована на спинномозговом уровне предположительно между позвонками T11-T12.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов, В.И., Фарбер, Д.А. Физиология развития ребенка. – М.: Педагогика, 1983. – С. 5-14.
2. Сонькин, В.Д. Теоретические основы физиологии развития // Альманах новые исследования по возрастной физиологии. – М.: Вердана, 2004. – № 1-2 (6-7). – С. 360.
3. Фарбер, Д.А., Безруких, М.М. Методологические аспекты изучения физиологического развития ребенка // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 5. – С. 8-16.
4. Челноков, А.А. Возрастные особенности пресинаптического торможения α -мотонейронов спинного мозга человека: дис. ... канд. биол. наук / А.А. Челноков. – Великие Луки, 2005. – 148 с.
5. Berardelli, A., Priori, A., Inghilleri, M. et al. Corticobulbar and corticospinal projections to neck muscle motoneurons in man. *Exp. Brain Res.* – 1991. – V. 87. – P. 402-406.
6. Brasil-Neto, J.P., Pascual-Leone, A., Valls-Solq, J. et al. Focal transcranial magnetic stimulation and response bias in a forced-choice task // *Neurol Neurosurg Psychiatry.* – 1992. – V. 55. – P. 964-966.
7. Courtine, G. Modulation of multisegmental monosynaptic responses in a variety of leg muscles during walking and running in humans / G. Courtine, S.J. Harkema, C. Dy // *The Journal of Physiology.* – 2007. – V. 582 (3). – P. 1125-1139.

8. Fietzek, U.M., Heinen, F., Berweck, S. et al. Development of the corticospinal system and hand motor function: central conduction times and motor performance tests // *Dev. Med. Child Neurol.* – 2000. – V. 42(4). – P. 220-227.

9. 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.

10. Muller, K., Homberg, V., Lenard, H.G. Magnetic stimulation of motor cortex and nerve roots in children. Maturation of cortico-motoneuronal projections // *EEG Clin. Neurophysiol.* – 1991. – V. 81. – P. 63-70.

11. Nezu, A., Kimura, S., Uehara, S. et al. Magnetic stimulation of motor cortex in children: maturity of corticospinal pathway and problem of clinical application // *Brain Dev.* – 1997. – V. 19(3). 176-180.

12. Watson, C., Walshaw, D., McMillan, A.S. Effect of motor tasks on the cortical topography of the human masseter muscles // *Arch. Oral Biol.* – 2000. – V. 45(9). – P. 767-773.

ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИРКАДИАННОГО РИТМА ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ У ПОДРОСТКОВ 14-17 ЛЕТ

Т.С. Пронина¹, В.П. Рыбаков
Институт Возрастной физиологии РАО, Москва.

Задачей настоящей работы явилось изучение возрастных особенностей циркадианного ритма температуры кожи с применением метода «THERMOCHRON iButton». Исследовали суточный ритм температуры тела у двух возрастных групп подростков: 14-15 и 16-17 лет. Для этого был проведен мониторинг температуры на протяжении 48 часов с интервалом регистрации 10 минут. Выявлены достоверные хронобиологические отличия: мезор температуры выше у подростков девочек обеих возрастных групп, чем у ровесников мальчиков. Амплитуда циркадианного ритма значительно возрастает у подростков обоего пола с 14 лет по сравнению с детьми предшествующих возрастов. Исследования хронобиологических показателей в разные периоды суток показали, что средний уровень температуры в ночное время ниже у всех мальчиков и у девочек 14-15 лет. У подростков девочек 16-17 лет этот показатель ночью выше. Амплитуда у мальчиков обеих возрастных групп больше в период пребывания дома, а у девочек в она выше в ночной период.

Ключевые слова: подростки, циркадианный ритм, температура кожи.

Chronobiological peculiarities of circadian Rhythm of skin temperature in teenagers At the age of 14-17 years old. The task of this research was to study age peculiarities of circadian rhythm of skin temperature using the method "THERMOCHRON i Button". The object of the study was the circadian temperature rhythm in two age groups of teenagers: of 14-15 and 16-17 years old. For the purposes of this study the monitoring of temperature was held for 48 hours every 10 minutes. The results revealed significant chronobiological differences: daily temperature level is higher in girls of both groups in comparison with their male peers. Amplitude of circadian rhythm rises significantly in teenagers of both sexes since 14 years in comparison with younger children. The analysis of chronobiological indices at different periods of the day showed that average temperature level at night is lower in all boys and girls aged 14-15 years old. In 16-17-year-old girls this characteristic is higher. The amplitude in boys of both age groups is higher when at home when in girls it is higher at night.

Key words: teenagers, circadian rhythm.

Температура (Т) тела является одним из интегративных показателей общего состояния организма, в том числе, его энергетического обмена и функционирования нейроэндокринной системы. Тепловой баланс регулируется сложно, он определяется соотношением теплопродукции и теплоотдачи. Отведение тепла – важнейшая задача терморегуляции, а изменение уровня теплоотдачи зависит от уровня колебаний энергетического обмена и определяется уровнем основного обмена.

Центральным звеном, ответственным за терморегуляцию, является гипоталамус. Регуляция температуры кожи осуществляется через гормоны гипоталамуса путем сжатия поверхности кровеносных сосудов, расположенных на поверхности

Контакты: ¹ Т.С.Пронина, E-mail: pronina.ts@mail.ru

кожи (снижение), либо путем увеличения потоотделения и расширения сосудов (повышение). Гипоталамическим центром терморегуляции является преоптическая область, нейроны которой контролируют все виды терморегуляторных реакций [1, 8, 9].

В настоящее время циркадианные биологические ритмы человека рассматриваются в качестве универсального критерия функционального состояния организма и являются одним из важных механизмов его приспособления к окружающей среде [2, 8, 20, 21].

Хронобиологические параметры хорошо изучены в норме, при многих патологиях, трансмеридианных перемещениях, в эксперименте, в условиях отсутствия влияния внешних временных датчиков [10, 11, 23, 24, 25]. Однако исследования в онтогенезе касаются больших возрастных периодов: инфантильного, зрелого и старческого [1, 15, 17, 26].

Основой оптимального развития растущего организма является достижение определенной степени согласованности между биологическими и социальными ритмами, а хронобиологические характеристики функционального состояния ребенка являются наиболее чувствительными индикаторами.

Результаты объемного гигиенического исследования здоровья школьников В.А. Доскина и Н.Н. Куинджи [3] позволили сделать следующее заключение: показателями оптимального состояния здоровья явились высокий среднесуточный уровень, оптимальная выраженность дневной амплитуды и стабильность акрофазы дневного отрезка циркадианного ритма Т тела. Показателями низких функциональных возможностей служили меньший среднедневной уровень, снижение амплитуды колебаний, неустойчивость акрофазы дневного отрезка циркадианного ритма Т тела. Эти исследователи на основании полученных ритмологических сведений показали незавершенность процесса созревания циркадианной системы у большинства учащихся среднего школьного возраста и высокий процент детей, функциональные возможности которых не соответствуют требованиям социальных нагрузок. Однако они не имели возможностей исследовать суточную динамику температуры, их результаты основываются только на данных дневного периода.

Становление параметров суточных ритмов различных функций организма происходит постепенно, что может свидетельствовать о поэтапном созревании центральных гипоталамических регуляторных механизмов.

Задачами настоящей работы явились: 1) определение возрастных и половых особенностей циркадианного ритма температуры (ЦРТ) кожи у подростков обоего пола двух возрастных групп: 14-15 и 16-17 лет по показателям среднесуточного уровня и амплитуды колебаний; 2) выявление особенностей хронобиологических показателей температуры в различные периоды суточной активности организма: в период пребывания в школе, в период нахождения дома и в ночной период.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для характеристики ЦРТ у детей, находящихся в обычном режиме (обучение в школе, домашняя работа, отдых, сон) был использован метод измерения температуры: «Термохрон iButton» [5]. Этот метод применяют к объектам с постоянной

или периодически меняющейся T . Он дает возможность провести мониторинг T с любым заданным интервалом тестирования.

Температуру измеряли (в градусах C) на верхней трети плеча с помощью таблетки-термометра. Измерения проводили с 10-минутными интервалами на протяжении 24 или 48 часов. Мониторинг T проводили в зимний период у учащихся одной из школ г. Москвы. Первая группа: 38 учащихся 8-х и 9-х классов (18 девочек и 20 мальчиков), вторая группа: 49 учащихся 10 и 11 классов (24 мальчиков и 25 девочек) в условиях пребывания в школе и дома (в периоды активной деятельности и в период сна). Считывание полученных результатов с термометра-таблетки осуществляли через специальное крепежное приспособление к компьютеру и с применением специальной программы для «Термохрона». Были построены индивидуальные графики, рассчитан средний уровень (мезор) и амплитуда (разница максимум – минимум) циркадианных колебаний и выявлено время фазы максимума (время акрофазы).

Кроме того, был проведен хронобиологический анализ индивидуальных и групповых показателей T тела в различные периоды активности организма: 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).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ ЦРТ у подростков 14-17 лет показал как индивидуальные сходства, так и индивидуальные различия (рис. 1). Полученные кривые отражают сложный процесс изменений этого показателя в разные периоды суток. При утреннем просыпании T резко возрастает, затем проявляются колебания, связанные с завтраком, уличным переходом в школу и началом занятий. Школьный период выделяется у большинства детей плавным увеличением температуры до 11-13 часов. В 17-18 часов вновь наблюдается некоторое повышение T с последующими колебаниями вплоть до периода засыпания. После засыпания амплитуды ультрадианных колебаний значительно возрастают, а в два-четыре часа (у некоторых подростков – и в шесть часов) имеет место резкое падение T до 28 – 30 градусов.

Период и амплитуда ультрадианных колебаний в разное время суток имели выраженный индивидуальный характер.

Первой задачей нашего исследования был сравнительный анализ хронопоказателей ЦРТ у двух возрастных групп подростков мальчиков и подростков девочек. Полученные результаты представлены в таблице 1. Видно, что мезор ЦРТ у подростков обоего пола 14-15 лет достоверно

($p < 0,01$) больше, чем у подростков 16-17 лет. В то же время среднесуточный уровень температуры у девочек достоверно ($p < 0,02$) выше, чем у мальчиков.

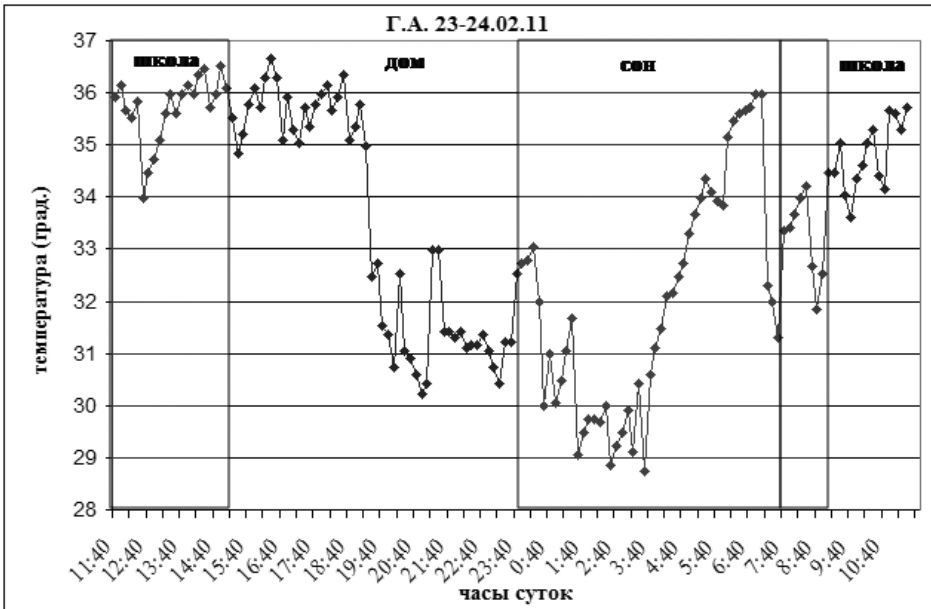
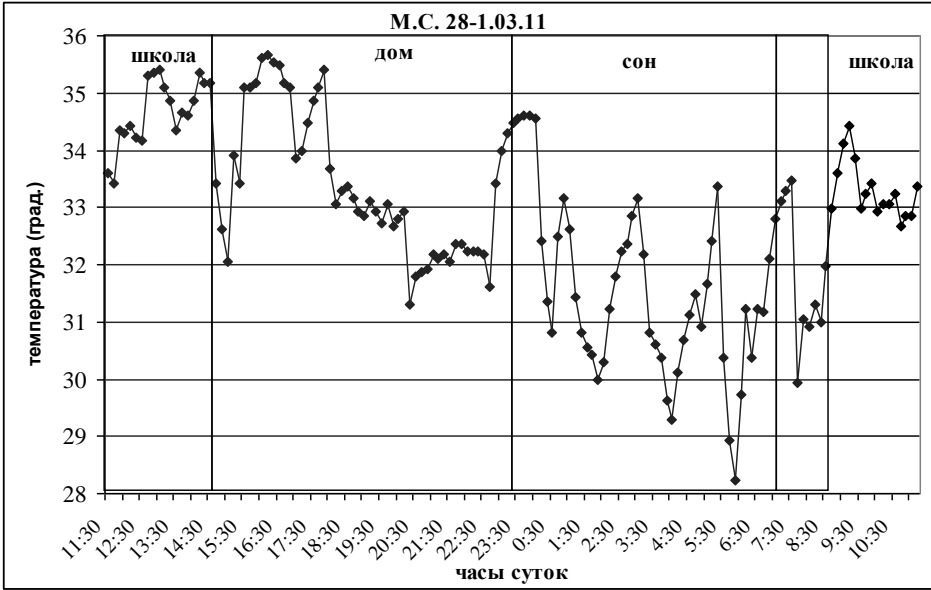


Рис. 1. Образцы суточной динамики температуры у 2-х подростков мальчиков 17 лет

Амплитуда ЦРТ у старших подростков (16-17 лет) значительно выше ($p < 0,01$), чем у испытуемых младшей группы. При этом величина амплитуды у подростков мальчиков 16-17 лет больше ($p < 0,02$), чем у девочек.

Акрофаза ЦРТ у большинства обследованных детей находится в интервале 12-13 часов.

Таблица 1

Среднесуточный уровень и среднесуточная амплитуда колебаний температуры у подростков двух возрастных групп

Парам-ры	Возраст (лет)			
	14-15		16-17	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки
мезор	34,11 ± 0,02	34,18 ± 0,02	33,94 ± 0,02	34,08 ± 0,02
Т р	2,34 $p < 0,001$		5,30 $p < 0,001$	
амплитуда	4,80 ± 0,19	4,54 ± 0,13	5,78 ± 0,19	5,16 ± 0,17
Т р	не достоверно		2,41 $p < 0,02$	

Примечание: Т – достоверность различия между двумя возрастaми; мезор М – М 5,86 ($p < 0,001$), Д – Д 3,45 ($p < 0,01$) амплит. М – М 3,65 ($p < 0,01$), Д – Д 3,01 ($p < 0,01$)

При исследовании ритмологических показателей Т в различные периоды суточной активности организма (в период пребывания в школе, в период нахождения дома и в ночной период) было обнаружено (рис. 2), что у подростков мальчиков изменения среднепериодического уровня Т синхронны в обеих возрастных группах: снижение уровня Т от школьного периода в период пребывания дома и в ночной период. Именно во время сна выявляется достоверно ($p < 0,02$) низкий уровень Т.

У подростков девочек выявляется другая динамика. Так, у девочек младшей группы имеет место снижение Т к ночному периоду ($p < 0,02$), но не так резко выражено, как у мальчиков. У 16-17-летних девочек наблюдается парадоксальное увеличение Т ($p < 0,02$) во время сна.

Амплитуды колебаний Т кожи в разные периоды суток также имеют различия у подростков разного пола. Так, у мальчиков двух возрастов амплитуда колебаний одинаково возрастает, достигая в период сна максимальных величин. У девочек обеих возрастных групп наибольшая амплитуда обнаруживалась в период пребывания дома ($p < 0,05$).

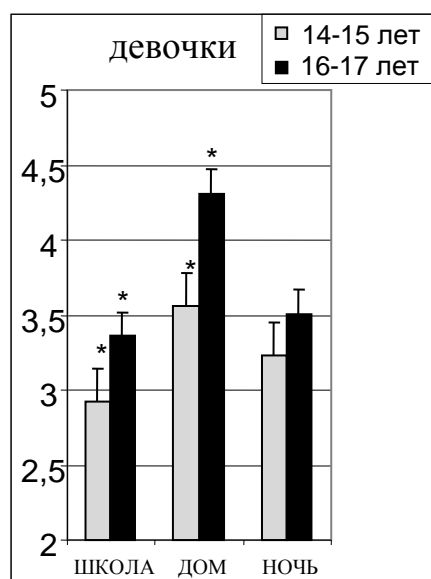
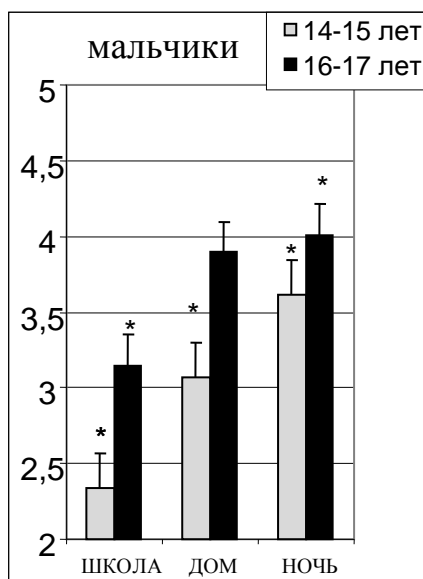
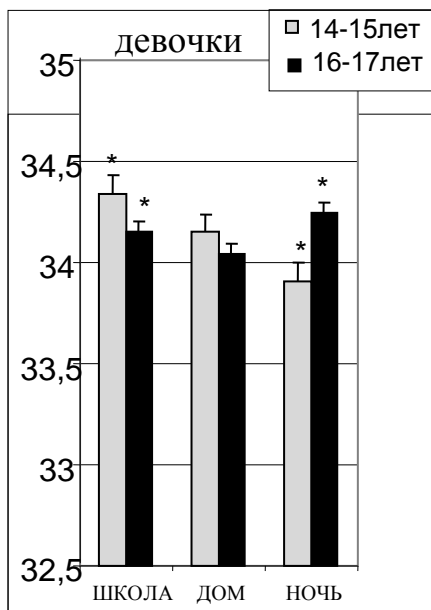
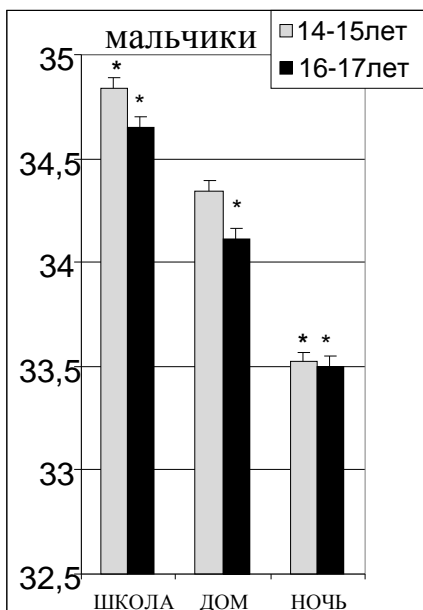


Рисунок № 2 Среднепериодический уровень (верхний рисунок) и амплитуда колебаний (нижний рисунок) температуры кожи у подростков 14-15 и 16-17 лет в разные периоды суток (школа, дом, ночь).

* - достоверные различия между разными периодами в одной возрастной группе

Такие различия в ритмологических показателях у подростков разного пола в разное время суток, по всей вероятности, являются отражением гормональных влияний на термосистемы мальчиков и девочек. В этот период большинство (80%) испытуемых мальчиков находились на 4 стадии полового созревания, а девочки на 5 стадии. Особенно четко это различие проявилось у девочек в ночной период: увеличение уровня кожной Т и снижение величины амплитуд. Хорошо известен факт влияния ночного гормона мелатонина на снижение ночной Т [12, 13, 14, 18,]. У подростков мальчиков такое влияние хорошо выражено. У подростков девочек влияние этого гормона или менее выражено (у 14-15-летних) или совсем отсутствует (у 16-17-летних). Для дальнейших выводов необходимы исследования ритмологических показателей термосистемы следующих возрастов.

Как было сказано, Т кожи является показателем теплоотдачи организма человека. Среднесуточный уровень Т, при частых измерениях, включает в себя всевозможные ультрадианные колебания теплоотдачи, то-есть уровень мезора можно считать наиболее точным возрастным энергетическим критерием. На рисунке № 3 представлена возрастная динамика мезора и амплитуды ЦРТ у детей с 8 до 17 лет. Видно, что мезор у девочек всех возрастных групп достоверно выше, чем у мальчиков, при этом возрастная динамика мезора у детей разного пола синхронна. Обнаружена двухвершинная кривая с максимумами в 10-11 и 14-15 лет. Динамика теплоотдачи (мезор ЦРТ) хорошо коррелирует с увеличением величины константы скорости роста у детей в эти же периоды [9]. Таким образом, фазы увеличения Т кожи отражают фазы активации ростовых процессов, в которых происходит усиление всех процессов энергообеспечения организма (телопродукции и теплоотдачи).

Амплитуда ЦРТ у мальчиков возрастает в возрасте в 10-11 и 16-17 лет. У девочек динамика амплитуды ЦРТ другая: этот хронопоказатель снижается от 8 лет к 12-13 годам и резко возрастает к 16-17 годам. Основываясь на результатах многих литературных работ по изучению величины амплитуды суточных ритмов, как критерия адаптоспособности человека [4, 10, 16, 22, 25], можно констатировать, что большая величина циркадианной амплитуды отражает лучшую приспособляемость к внешним влияниям, и может служить критерием этого физиологического «качества». Результаты настоящей работы показывают, что адаптационные качества терморегуляции у мальчиков до 13 лет «лучше», чем у ровесниц девочек. В подростковый период 14-15 лет у детей обоего пола адаптивные свойства выравниваются и одновременно резко возрастают к 16-17 годам.

Существует гипотеза [1], что величина циркадных амплитуд температуры увеличивается с возрастом, достигая максимума в зрелом возрасте в соответствии с функциональными энергетическими потребностями организма, а затем, к старческому периоду, амплитуда снижается (гипотеза волчка).

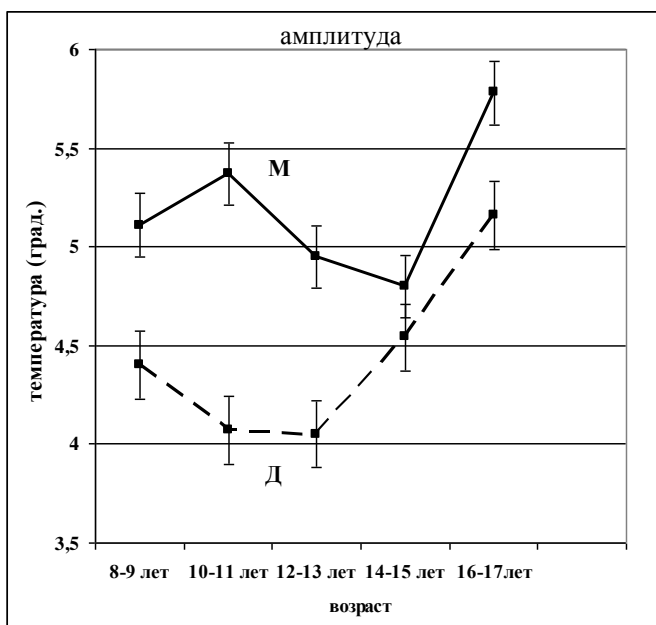
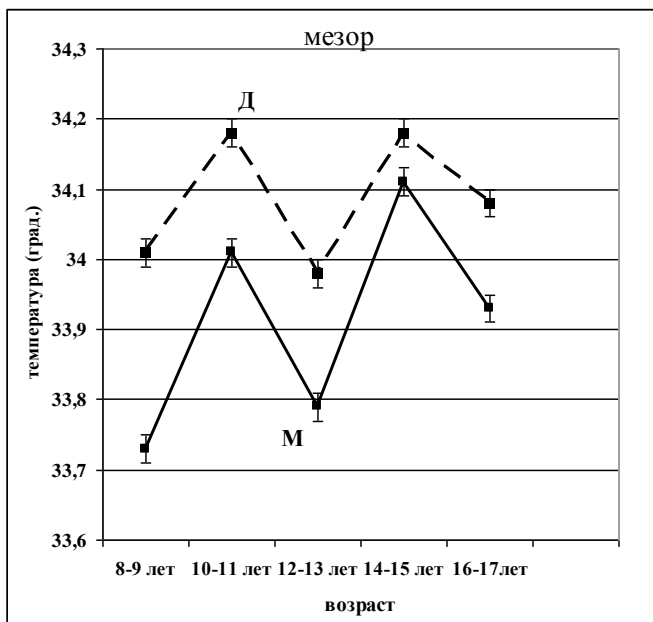


Рисунок 3 Возрастная динамика мезора и амплитуды циркадианного ритма температуры кожи у школьников 8-17 лет

В настоящее время в литературе представлено достаточно много противоречивых сведений о связи изменений величины амплитуды суточных ритмов с процессами быстрой или медленной адаптации к изменяющимся внешним условиям [3, 7, 10, 12, 13, 18, 22, 23].

Н.И. Моисеева [4], исследовавшая ритмы вегетативной системы у людей после дальних перелетов, сделала следующий вывод: хорошо выраженные и строго повторяющиеся суточные колебания являются признаком способности быстрой адаптации к новому часовому поясу. С.И. Степанова [8] также считает, что большая изменчивость суточных кривых (большая амплитуда ритма) может служить критерием быстрой приспособляемости организма новым условиям. К таким же выводам пришли и французские исследователи во главе с Рейнбергом А. [21], которые показали, что адаптация к ночным работам значительно легче у людей с высокоамплитудным ритмом, чем у их же коллег с низкоамплитудным суточным ритмом.

Основываясь на литературных сведениях [26] и результатах наших работ [6, 7] можно считать, что большая амплитуда суточного ритма Т тела у мальчиков в возрасте от 8 до 13 лет, является показателем более выраженных адаптационных возможностей по сравнению с девочками. Большие индивидуальные различия величины суточных амплитуд могут служить критериями индивидуальной способности к адаптации при различных экзогенных влияниях. Особенно интересным нам представляется величины амплитуд ночных колебаний температуры, которые в дальнейших исследованиях могут рассматриваться не только с позиций возрастных особенностей, но и с точки зрения индивидуальных неврологических характеристик ребенка. Очень важна, в этом отношении, роль мелатонина, регулирующего суточный ритм организма ребенка и участвующего во многих физиологических функциях [11, 16]. Суточный мониторинг температуры может выявить (косвенным образом) особенности секретируемого гормона у детей и его влияние и роль в адаптации к социальным факторам.

В настоящее время имеется множество оснований для экспериментального изучения циркадианных ритмов у детей разного возраста при различных состояниях и нагрузках. Литературные данные и результаты наших многолетних исследований показывают, что эти ритмы обладают особенностями, которые подлежат основательному и системному изучению.

ВЫВОДЫ

1. **Мезор** температуры кожи у подростков 14-15 лет обеих возрастных групп выше, чем у 16-17-летних. Однако у всех девочек он выше, чем у мальчиков.

2. **Амплитуда** суточных колебаний температуры у 16-17 подростков обоего пола больше чем у 14-15 летних. У 14-15летних подростков обоего пола этот хронопоказатель не отличается, а у мальчиков 16-17 лет амплитуда больше, чем у девочек.

3. **Средняя температура** в ночной период у подростков мальчиков 14-17 лет и девочек 14-15 ниже, чем в период пребывания в школе и дома. У подростков девочек 16-17 лет ночная температура выше, чем в другие периоды суток.

4. **Амплитуда** колебаний температуры у подростков мальчиков 14-17 лет больше в дневное время, а у девочек – в ночной период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин Г.Д. Температура тела человека как проблема хронобиологии. Теоретические и практические аспекты. Циклы. / Г.Д. Губин, Д.Г. Губин, С.В. Куликова // Материалы третьей международной конференции. – Ставрополь: СевКав-ГТУ. – 2001. – С. 95-116.
2. Деряпа Р.Р. Проблемы медицинской биоритмологии. / Р.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Постный, Н.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Постный. – М.: Медицина, 1985. – 208 с.
3. Доскин В.А. Биологические ритмы растущего организма / В.А. Доскин, Н.Н. Куинджи. – М.: Медицина, 1989. – 224 с.
4. Моисеева Н.И. Временная среда и биологические ритмы. / Н.И. Моисеева, В.М. Сысуев. – Л.: Наука, 1981. – 128 с.
5. Программа Thermo Chron Revisor, [Электронный ресурс] – URL <http://www.elin.ru/> (дата обращения 10.01.2005).
6. Пронина Т.С. Суточная динамика температуры кожи у мальчиков и девочек 9-10 лет. / Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Новые исследования. – 2008. – №4. – С. 72-78.
7. Пронина Т.С. Возрастные изменения параметров циркадного ритма температуры тела у детей 8-13 лет. / Т.С. Пронина, В.П. Рыбаков // Новые исследования. – 2010. – № 1 – С. 75-84.
8. Путилов А.А. «Совы», «Жаворонки» и другие. О наших внутренних часах и их влиянии на здоровье и характер. / А.А. Путилов // Новосибирский университет. – М.: Совершенство, 1997. – 264 с.
9. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Изд. Дом «Либроком», 2011. – 368 с.
10. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации / С.И. Степанова. – М. Наука, 1986. – 244 с.
11. Almirall H. Ultradian and circadian body temperature and activity rhythms in chronic MPTP treated monkeys. / Almirall H. // Neurophysiology. Clin. – 2001. – v. 3, N 3. – P. 161-70.
12. Dijk D.J. Timing and consolidation of human sleep, wakefulness, and performance by symphony oscillators. / Dijk D.J., von Schantz M. // J. Biol. Rhythms. – 2005. – v. 20. N 4. – P. 279-290.
13. Cagnacci A. Homeostatic versus circadian effects of melatonin on core body temperature in humans. / Cagnacci A. // J. Biol. Rhythms. – 1997. – V. 12, N 6. – P. 509-517.
14. De Koninck J. Biological rhythms associated with sleep and psychological adjustment. / De Koninck J. // J Psychiatry Neurosci. – 1991. – v. 16., N 3. – P. 115-22.
15. Harper D.G. Disturbance of endogenous circadian rhythm in aging and Alzheimer Disease. / Harper D.G., Stopa EG, McKee AC, Satlin A, Harlan PC, Goldstein R, Volicer L. // Arch Gen Psychiatry. – 2001 – Apr; v. 58 – № 4. –P. 353-60.
16. Hildebrandt G. The time structure of adaptation / Hildebrandt G. //Int. J. Chronobiol. – 1981 – V.7 - N 4. – P. 254.

17. Kripke D.F. Circadian phase in adults of contrasting ages. / Kripke D.F. // *Cronobiol. Int.* – 2005. – N 22., V. 4. – P. 695-709.
18. Middleton B. Complex effects of melatonin on human circadian rhythms in constant dim light. / B. Middleton // *J. Biol. Rhythms.* – 1997 – V. 12 N 5. – P.467-477.
19. Munoz-Hoyos A. Characteristic YD melatonin children with hormonedependent and hormonindependent a growth inhibition / Munoz-Hoyos A., Jaldo R., Malina-Carballo A., Escames G. // *J. Clin. Endocrinol. Metabol.* – 2001. – V. 86, N 3 – P. 1181-1187.
20. Redfern P. Waterhouse J. Circadian rhythms, jet lag, and chronobiotics: an overview. / Redfern P., Minors D. // *Chronobiol. Intern.* – 1994. – № 11. – P. 253-256.
21. Reinberg A. Chronobiologie et morbidite. / A. Reinberg // *Ann. Med. Interne*, – 1980 – V. 131. S 4. – P. 517-523.
22. Refinetti R. The circadian rhythm of body temperature / Refinetti R., Menaker M. // *Physiol. Behav.* – 1992. – N 51. – P. 613-637.
23. Sloan E.P., Circadian rhythms and psychiatric disorders in the elderly. / Sloan E.P., // *J. Biol. Rhythms.* – 1996 – N 9, V. 4. – P. 164-170.
24. Tsujimoto T. Circadian rhythms in depression / Tsujimoto T. // *Affect Disord.* – 1990. – v. 18. – P. 199-210.
25. Waterhouse J. Some comments on the measurement of circadian rhythms after time-zone transitions and during night work. / Waterhouse J., Minors D., Redfern P. // *Chronobiol. Int.* – 1997. – N 14. – P. 125-132.
26. Yoon I.Y. Age-related changes of circadian rhythms and sleep-wake cycles / Yoon I.Y., Elliott J.A., Young S.D. // *J. Am. Geriatr. Soc.* – 2003. – V. 51, N 8. – P. 1085-1091.

ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА У ДЕТЕЙ 10-11 ЛЕТ С ПОМОЩЬЮ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА

И.В. Ермакова¹, Т.И. Буряя, Н.Б. Сельверова.
Институт возрастной физиологии РАО г. Москва

Выявлены половые и возрастные особенности физического развития и компонентов массы тела у мальчиков и девочек в возрасте 10-11 лет с помощью антропометрического метода и биоимпедансного анализа с учётом биологического возраста испытуемых. Показано, что у мальчиков от I ко II стадии полового созревания происходит достоверное увеличение длины тела и скелетно-мышечной массы. У девочек от I к III стадии полового созревания достоверно увеличивается длина тела, безжировая, активная клеточная и скелетно-мышечная масса тела.

Ключевые слова: дети, физическое и половое развитие, компоненты массы тела, биоимпедансный анализ.

Estimation of body composition in 10-11-year-old children with the help of bioimpedance analysis. The use of anthropometric method and bioimpedance analysis helped to reveal sexual and age peculiarities of physical development and body composition in 10-11-year-old boys and girls. It is shown that from the I to the II stage boys demonstrate significant growth of height and musculoskeletal weight. Girls going from the I to the III stage of sexual development demonstrate significant growth of height, of fat-free, active cell and musculoskeletal mass.

Key words: children, physical and sexual development, body composition, bioimpedance

Важным показателем состояния здоровья детей и подростков является их физическое развитие. Особую роль в его оценке играет антропометрическое обследование и определение соматических компонентов массы тела. В последнее время значительно возрос интерес к изучению состава тела, о чём свидетельствует большое количество опубликованных работ отечественных и зарубежных авторов [3, 4, 8, 21, 23, 24]. Наиболее распространённым методом исследования состава тела является биоимпедансный анализ (БИА) [7, 13]. Этот метод, основанный на измерении электрической проводимости тела, позволяет определять жировую, безжировую, активную клеточную и мышечную массу тела, а также содержание воды в организме.

Особенно важным является определение с помощью БИА жировой массы тела, т.к. в настоящее время до 25% подростков из развитых стран мира имеют избыточную массу тела, а 15% страдают ожирением. По данным отечественных эндокринологов до 8,5% городских детей имеют избыточную массу тела [5].

Известно, что состав тела в период пубертата является важным маркером метаболических изменений. Избыточная масса тела оказывает заметное влияние на сроки полового развития [5]. Между процессами роста и наступлением половой

Контакты: ¹Ермакова И.В., E-mail: ermek61@mail.ru

зрелости также существует тесная связь, особенно четко выявляющаяся у девочек в возрасте 11-12 лет для массы тела и тазового диаметра [15]. Инициация полового развития у девочек происходит в возрасте 9-13 лет, у мальчиков – в 10-14 лет. Исследование физического развития актуально у детей и подростков на начальной стадии пубертата.

Цель настоящего исследования – оценить физическое развитие и компоненты массы тела детей 10-11 лет разного биологического возраста с помощью биоимпедансного анализа.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящем исследовании принимали участие 91 учащийся средних общеобразовательных школ г. Москва, практически здоровых, в возрасте 10-11 лет. Участники исследования были разделены на 2 возрастные группы по принципу: 10-летними считали детей в возрасте от 9 лет 6 месяцев до 10 лет 5 месяцев 29 дней, 11-летними – от 10 лет 6 месяцев до 11 лет 5 месяцев 29 дней [15]. Средний возраст испытуемых – $10,47 \pm 0,05$ лет; средний рост – $143,39 \pm 0,64$ см; средний вес – $37,72 \pm 0,96$ кг.

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике [2, 9]. 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. Широтные размеры определялись большим толстотным циркулем, обхватные – прорезиненной сантиметровой лентой.

Для оценки состава тела использовали биоимпедансный анализатор ABC-01 «Медасс» (НТЦ «Медасс», Москва) и стандартную методику измерения при частоте тока 50 кГц. Испытуемые находились в положении лёжа на спине, руки и ноги раздвинуты в стороны под углом 30°. Биоимпедансный анализ компонентов массы тела является контактным методом измерения электрической проводимости тела и позволяет оценить объем водной фракции, а также жировую, безжировую, клеточную и мышечную массу тела [7]. Этот метод – неинвазивный, что является особенно ценным для исследования детского контингента. Использование в анализаторе переменного тока низкой амплитуды не оказывает негативного влияния на организм ребёнка и позволяет проводить многократные исследования компонентов состава тела [13].

Уровень биологической зрелости определяли по степени развития вторичных половых признаков по стандартам Сельверовой Н.Б. (Ма – развитие молочных желез, Ах – подмышечное оволосение, Р – лобковое оволосение, Ме – менархе – у девочек).

Статистическую обработку проводили с помощью программы SPSS.13 Достоверность различий изучаемых параметров между группами оценивали с помощью критерия Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из представленных данных, в целом по группе, дети 10-11 лет практически не отличаются по основным антропометрическим показателям. Девочки незначительно превышают своих сверстников по росту ($144,20 \pm 1,02$ см против $142,78 \pm 0,82$ см), у них немного меньше, чем у мальчиков окружность талии ($58,23 \pm 1,52$ см против $61,02 \pm 1,14$ см). Показатели массы тела, окружности грудной клетки, ИМТ практически одинаковы у представителей обеих полов.

Согласно данным, представленным в таблице 1, у детей 10-11 лет происходит увеличение с возрастом показателей длины, массы тела и индекса массы тела. Однако у девочек эта тенденция выражена больше, чем у мальчиков. Как у мальчиков, так и у девочек от 10 к 11 годам происходит достоверное увеличение длины тела ($p < 0,05$). Изменение массы тела не является достоверным. Показатели окружности грудной клетки и окружности талии с возрастом снижаются как у мальчиков, так и у девочек. Такой феномен объясняется тем, что проводимое исследование было поперечным, т.е. дети 10 и 11 лет были из разных когорт. Также это может свидетельствовать о неоднородности нашего контингента. Между тем показатели тазового диаметра с возрастом увеличиваются у представителей обоих полов: от $22,31 \pm 0,47$ см до $23,30 \pm 0,63$ см у девочек, от $21,92 \pm 0,26$ см до $22,65 \pm 0,24$ см у мальчиков. Также с возрастом наблюдается достоверное ($p < 0,05$) увеличение показателей плечевого диаметра: от $29,96 \pm 0,38$ см до $32,11 \pm 0,58$ см у девочек, от $29,96 \pm 0,47$ см до $31,58 \pm 0,32$ см у мальчиков.

Таблица 1

Антропометрические показатели у детей 10-11 лет

возраст, лет	n	длина тела, см	масса тела, кг	окружность грудной клетки, см	окружность талии, см	индекс массы тела, кг/м ²
мальчики						
10	25	$140,64 \pm 1,76$	$36,70 \pm 1,15$	$67,89 \pm 1,67$	$62,10 \pm 1,65$	$18,34 \pm 0,70$
11	27	$144,76 \pm 1,03$	$38,88 \pm 1,65$	$64,98 \pm 1,79$	$60,03 \pm 1,59$	$18,47 \pm 0,65$
10-11	52	$142,78 \pm 0,82$	$37,83 \pm 1,20$	$66,38 \pm 1,24$	$61,02 \pm 1,14$	$18,41 \pm 0,47$
девочки						
10	23	$142,02 \pm 1,05$	$35,56 \pm 1,52$	$67,07 \pm 1,51$	$59,49 \pm 1,91$	$17,96 \pm 0,77$
11	16	$147,34 \pm 1,73$	$40,43 \pm 3,10$	$65,51 \pm 2,45$	$56,50 \pm 2,47$	$18,51 \pm 1,10$
10-11	39	$144,20 \pm 1,02$	$37,56 \pm 1,58$	$66,41 \pm 1,34$	$58,23 \pm 1,52$	$18,18 \pm 0,63$

В литературных источниках также отмечено, что длина и масса тела у московских детей данного возраста практически одинаковы [1, 11, 14, 15]. Однако в 80-х годах прошлого столетия длина тела детей 10-11 лет обоего пола была на 3-6 см ниже, чем в первое десятилетие XXI века. Наши данные по длине тела детей не

отличаются от данных других авторов, однако по массе тела и ИМТ дети, обследованные нами, немного превышают своих сверстников.

Настоящее исследование показало, что дети 10-11 лет различаются по биологическому возрасту. Срок наступления пубертата зависит как от генетических, так и от внешних факторов. Согласно рекомендации ВОЗ [29] в качестве критерия инициации полового развития для девочек использовали появление железистой ткани молочных желёз и увеличение объёма тестикул у мальчиков. Девочки находились на I-V стадиях полового созревания. Так, девочки, находящиеся на I стадии – допубертатной (n=12) и II стадии (n=12) полового созревания в большинстве были 10-летними (10 и 9 девочек, соответственно). Среди девочек, биологический возраст которых соответствовал III стадии полового созревания (n=12), большинство (10 девочек) были 11-летними. Две 10-летние девочки находились на IV стадии полового созревания, одна 11-летняя девочка – на V стадии полового созревания. У девочек, находящихся на II стадии пубертата, половая формула следующая: Ма 1-2 Р0 Ах0 Ме0; на III стадии - Ма 1-3 Р 1-2 Ах0 Ме0.

Мальчики более однородны по биологическому возрасту и находились на I-II стадии полового созревания. Среди мальчиков, находящихся на I стадии полового созревания (n=33), две трети были 10-летние и одна треть – 11-летние школьники.

Антропометрические данные, полученные у детей 10-11 лет разного биологического возраста, представлены в таблице 2. Так, мальчики, находящиеся на I и II стадии полового созревания, достоверно (p<0,05) отличаются по показателю длины тела, а по массе тела, ИМТ, окружности грудной клетки и талии практически не отличаются. У их сверстниц, напротив, наблюдается чёткая тенденция к увеличению длины и массы тела от I к III стадии полового созревания. При этом, длина тела у девочек разного биологического возраста отличается достоверно (p<0,01).

Таблица 2

*Антропометрические показатели у детей 10-11 лет
разного биологического возраста*

стадия	n	длина тела, см	масса тела, кг	окружность грудной клетки, см	окружность талии, см	индекс массы те- ла, кг/м ²
мальчики						
I	33	141,48±1,08	37,41±1,68	67,35±1,65	61,48±1,61	18,43±0,63
II	19	145,03±1,06	38,57±1,56	64,69±1,77	60,22±1,43	18,36±0,72
девочки						
I	12	139,84±1,42	35,06±2,56	68,29±3,05	61,00±3,19	18,18±1,17
II	12	141,81±1,18	34,13±1,79	63,26±1,55	55,69±2,61	17,53±0,98
III	12	148,99±1,47	41,36±3,31	67,91±2,59	58,42±2,64	18,68±1,28

Компоненты массы тела у детей 10-11 лет оценивали с помощью биоимпедансного анализа. Это один из самых распространённых методов исследования,

отличающийся простотой и неинвазивностью. В целом по группе мальчики немного превышают девочек по безжировой, активной клеточной, скелетно-мышечной массе тела и содержанию воды. У девочек немного больше количество жировой массы тела, чем у их сверстников (рис. 1). Жировая ткань является важным компонентом состава тела человека. В пубертатный период повышается общая жировая масса. Но у мальчиков этот показатель увеличивается намного медленнее, чем у девочек из-за одновременного быстрого увеличения безжировой массы тела [26, 28]. Полученные нами данные, в целом, не отличаются от данных других авторов, как отечественных [11], так и зарубежных [18, 27], однако мальчики и девочки, участвующие в настоящем исследовании, имели меньшую активную клеточную массу, а девочки – большую жировую массу. Жировая масса несёт информацию о том, как функционирует нейроэндокринная система, о двигательном режиме [6]. Количество активной клеточной массы является показателем уровня основного обмена ребёнка [10]. Показатель основного обмена у 10-11-летних мальчиков составил $1117,23 \pm 10,55$ ккал/сут., у девочек – $1092,54 \pm 14,89$ ккал/сут., коэффициент корреляции между основным обменом и активной клеточной массой для представителей обоих полов – $r=1,00$ ($p<0,01$).

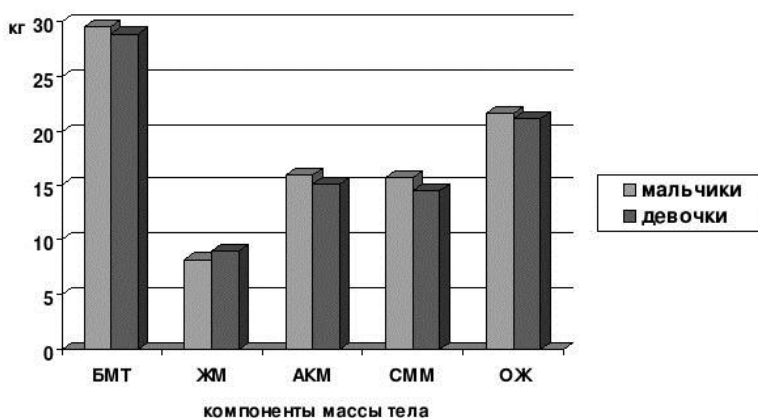


Рис. 1 Компоненты массы тела у детей 10-11 лет по данным биоимпедансного анализа

С возрастом (табл. 3) как у мальчиков, так и у девочек наблюдается увеличение всех основных компонентов массы тела. Мальчики 10 и 11 лет достоверно различаются только по величине скелетно-мышечной массы. У девочек наблюдается достоверное увеличение безжировой массы тела, активной клеточной массы, скелетно-мышечной массы и общей жидкости организма ($p<0,05$). Надо отметить, что у мальчиков наибольший прирост безжировой массы тела происходит между 12 и 15 годами, а у девочек безжировая масса растёт до 15 лет, а затем остаётся практически неизменной [26, 28]. 10-летние школьники достоверно различаются по величине скелетно-мышечной массы: у мальчиков она больше. В 11-летнем

возрасте между полами не наблюдается достоверных различий по величине компонентов массы *тела*.

Таблица 3

Компоненты массы тела у детей 10-11 лет по данным биоимпедансного анализа

Возраст, лет	n	Безжировая масса тела, кг	Жировая масса тела, кг	Активная клеточная масса, кг	Скелетно-мышечная масса тела, кг	Общая жидкость, кг
мальчики						
10	25	28,81±0,93	7,70±0,94	15,41±0,53	14,94±0,47	21,16±0,68
11	27	30,27±0,77	8,61±0,95	16,30±0,41	16,33±0,42	22,16±0,56
10-11	52	29,57±0,60	8,17±0,67	15,87±0,33	15,66± 0,33	21,68±0,44
девочки						
10	23	27,21±0,72	8,76±1,09	14,29±0,42	13,53±0,36	19,96±0,53
11	16	31,29±1,71	9,22±1,42	16,24±0,89	15,83±0,79	22,91±1,25
10-11	39	28,87±0,89	8,95±0,88	15,09±0,47	14,47±0,43	21,17±0,65

Период пубертата наряду с гормональным взрывом и быстрым увеличением длины тела сопровождается изменениями в составе тела. Половое созревание вызывает увеличение количества и распределения жировой массы, костной массы и безжировой массы тела. Результаты анализа компонентов массы тела у детей 10-11 лет разного биологического возраста представлены в таблице 4. У мальчиков от I ко II стадии полового созревания происходит достоверный ($p < 0,05$) рост скелетно-мышечной массы. Показатели остальных компонентов массы тела практически одинаковы. У девочек на I и II стадии полового созревания компоненты массы тела не отличаются. От I ко III стадии полового созревания наблюдается статистически значимое увеличение величины безжировой массы тела, активной клеточной массы, скелетно-мышечной массы тела и общей жидкости организма.

Таблица 4

Компоненты массы тела у детей 10-11 лет разного биологического возраста

Стадия	n	Безжировая масса тела, кг	Жировая масса тела, кг	Активная клеточная масса, кг	Скелетно-мышечная масса тела, кг	Общая жидкость, кг
мальчики						
I	33	29,02±0,83	8,24±0,92	15,56±0,44	15,18±0,43	21,29±0,61
II	19	30,52±0,78	8,05±0,89	16,42±0,47	16,51±0,43	22,35±0,57
девочки						
I	12	26,13 ± 1,03	9,50 ± 0,61	13,91±0,77	12,74±1,68	19,23±0,77
II	12	26,72 ± 0,95	8,14 ± 0,56	13,93±0,70	13,38±1,22	19,57±0,70
III	12	32,16 ± 1,71	9,30 ± 0,86	16,62±1,25	16,36±1,84	23,54±1,25

Для изучения связей между показателями физического развития и состава тела проведён корреляционный анализ. Как и следовало ожидать относительно высокие связи ($r=0,70$ для мальчиков и $r=0,75$ для девочек) наблюдаются между длиной тела и безжировой массой, скелетно-мышечной массой ($r=0,90$ и $r=0,84$, соответственно) и активной клеточной массой ($r=0,61$ и $r=0,70$) при $p<0,01$, а индекс массы тела с жировой массой ($r=0,95$ и $r=0,95$; $p<0,01$). Аналогичную зависимость наблюдали и другие авторы у 10-16-летних детей [11] и у 16-21-летних юношей и девушек [12]. Стадия полового созревания у мальчиков коррелирует с длиной тела и скелетно-мышечной массой ($r=0,29$ и $r=0,28$ при $p<0,05$, соответственно). У девочек стадия полового созревания коррелирует с длиной тела ($r=0,69$ при $p<0,01$), массой тела ($r=0,34$ при $p<0,01$), безжировой и активной клеточной массой ($r=0,58$ и $r=0,53$ при $p<0,01$, соответственно).

В последние годы наблюдается рост ожирения среди детей и подростков. По оценкам ВОЗ в 2010 году число детей с избыточным весом в мире превышает 42 миллиона [29]. Известно, что не менее 80% детей с ожирением остаются тучными и в зрелом возрасте. Для оценки ожирения у детей старше 2 лет обычно используется ИМТ. В норме содержание жировой ткани у человека находится в пределах 10-30%. У девочек после 8-9 лет процент жировой массы быстро увеличивается до 17 лет. У мальчиков в период полового созревания жировая масса нарастает медленно и начинает снижаться после 13 лет [5].

В настоящем исследовании выявлено, что у 10-11-летних мальчиков ИМТ составил $18,41\pm 0,47$ кг/м², а у девочек – $18,18\pm 0,63$ кг/м². По показателю ИМТ 4 мальчика и 6 девочек имели избыточную массу тела, 2 мальчика и 2 девочки страдали ожирением. Несмотря на то, что ИМТ широко применяется в клинической практике для определения избыточной массы тела, есть серьезные ограничения для использования этого показателя у детей и подростков [19]. В последние годы для этой цели используют БИА. Относительная жировая масса, выявленная с помощью этого метода, составила у мальчиков $20,55\pm 1,05\%$, у девочек – $22,27\pm 1,30\%$. Наши данные не противоречат данным других авторов [16, 17, 18, 20, 22, 25]. Доказательством того, что избыточная масса тела у детей и подростков стала одной из современных проблем, явилось то, что 13 мальчиков и 10 девочек имели высокие значения относительной жировой массы (от 27,71% до 37,95% и от 27,8% до 37,7%; соответственно).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты настоящего исследования показали, что для массового обследования детей и подростков представляется целесообразным использование биоимпедансного метода оценки состава тела, что станет важным шагом в совершенствовании технологии мониторинга в области возрастной физиологии. Главным компонентом массы тела 10-11-летних детей является безжировая масса тела. В процессе полового созревания происходит изменение физического развития и состава тела детей. У мальчиков от I ко II стадии полового созревания достоверно увеличивается длина тела и скелетно-мышечная масса, а у девочек от I к III стадии полового созревания достоверно увеличивается длина тела, безжировая, активная клеточная и скелетно-мышечная масса тела. Также выявлено, что 27% детей имеют избыточную массу тела.

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. Бунак В.В. Антропометрия. – М.: Учпедгиз, 1941. – 367 с.
3. Година Е.З., Пурунджан А.Л., Хомякова И.А., Задорожная Л.В. Особенности физического развития учащихся различных московских школ // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2008. – № 3. – С. 20-23.
4. Гурбо Т., Юримяэ Т., Юримяэ Я. Сравнительный анализ некоторых методов определения компонентов состава тела детей // Вестник МГУ Серия XXIII. Антропология. – 2009. – № 2. – С. 29-36.
5. Дедов И.И. Руководство по детской эндокринологии. – М.: Универсум Паблишинг, 2006. – 600 с.
6. 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.
7. Иванов Г.Г., Балуев Э.П., Петухов А.Б. и др. Биоимпедансный метод определения состава тела // Вестник РУДН, сер. "Медицина". – 2000. – № 3. – С. 66-73.
8. Иванова И.В., Черная Н.Л., Мамонтова О.К. Оценка жирового компонента массы тела школьников с помощью портативного полуавтоматического калипера // Педиатрия. – 2011. – Т. 90, № 3. – С. 34-37.
9. Луговина Н.Ю., Уткина М.И., Чтецов В.П. Методические проблемы изучения вариаций подкожного жира // Вопросы антропологии. – 1970. – Вып. 36. – С. 32-54.
10. Мартинчик А.Н., Маев И.В., Петухов А.Б. Питание человека (основы нутрициологии). – М., 2002. – 572 с.
11. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Николаева Н.Д. и др. Биоимпедансная оценка состава тела у детей 10-16 лет с использованием анализатора АВС-01 «Медасс». 2006. [http:// www.medass.ru](http://www.medass.ru)
12. Мишкова Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития: автореф. дисс. ... к. б. н. – М., 2010. – 24 с.
13. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука. – 2009. – 392 с.
14. Скоблина Н.А., Платонова А.Г. Результаты изучения физического развития московских и киевских школьников // Гігієна населених місць. – 2010. – № 56. – С. 282-287.
15. Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников – жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика скрининг-оценки: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. – М., 2000. – 76 с.
16. Aeberli I, Gut-Knabenhans M., Kusche-Ammann R.S. et al. Waist circumference and waist-to-height ratio percentiles in a nationally representative sample of 6-13 year old children in Switzerland // Swiss. Med. Wkly. – 2011. – № 1.

17. Antal M., Péter S., Biró L. et al. Prevalence of underweight, overweight and obesity on the basis of body mass index and body fat percentage in Hungarian school-children: representative survey in metropolitan elementary schools // *Ann. Nutr. Metab.* – 2009. – V. 54. № 3. – P. 171-176.
18. 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.
19. Garn S., Leonard W., Hawthorne V. Three limitations of body mass index // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1986. – V. 44. – P. 996-997.
20. Gutin B., Litaker M., Islam S. et al. Body-composition measurement in 9-11-year-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1996. – V. 63. – P. 287-292.
21. Heymsfield S.B., Lohman T.G., Wang Z. et al. Human body composition Champaign, IL: Human Kinetics. – 2005. – 533 p.
22. Li L., Li S., Li J., Li K. Measuring the percent body fat of overweight and obese schoolchildren in Beijing – bioimpedance analysis (BIA) // *Wei. Sheng. Yan. Jiu.* – 2007. – V. 36, № 2. – P. 213-215.
23. Kriemler S., Puder J., Zahner L. et al. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in a representative sample of 6- to 13-year-old children // *Eur. J. Clin. Nutr.* – 2009. – V. 63, № 5. – P. 619-626.
24. Mok E., Letellier G., Cuisset J.M. et al., Assessing change in body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: anthropometry and bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry // *Clin. Nutr.* – 2010. – V. 29, № 5. – P. 633-638.
25. Nakao T., Komiya S. Reference norms for a fat-free mass index and fat index in the Japanese child population // *J. Physiol. Anthropol. and Appl. Human Sci.* – 2003. – V. 22. – P. 293-298.
26. Siervogel R.M., Demerath E.W., Schubert C., et al. Puberty and body composition // *Horm. Res.* – 2003. – V. 60 (Supple 1). – P. 36-45.
27. 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.
28. Veldhuis J.D., Roemmich J.N., Richmond E.J. et al. Endocrine control of body composition in infancy, childhood and puberty // *Endocrine Reviews.* – 2005. – V.26, № 1. – P. 114-146.
29. World Health Organization Expert Committee. Physical Status, the Use and Interpretation of Anthropometry. Geneva, Switzerland: World Health Organization. – 1995. – P. 263–311.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ШИРОТ НА ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ПОДРОСТКОВ

Д.А. Кузнецова*¹, Е.Н. Сизова**, О.В. Тулякова*

* ГОУ ВПО Вятский государственный гуманитарный университет, Киров

** НОУ ВПО Вятский социально-экономический институт, Киров

С целью определения влияния высоких широт на функциональное состояние подростков 14 лет г. Кирова (n=139) и г. Ухты (n=253), провели по стандартным методикам оценку их основных параметров физического развития. Концентрацию гемоглобина определяли методом Сали, СОЭ - микрометодом в модификации Панченкова, количество лейкоцитов подсчитывали в камере Горяева. Проживание подростков в высоких широтах (г. Ухта) в сравнении с их сверстниками из умеренных широт (г. Киров) приводит к увеличению массы тела девушек на 4,7 кг и юношей на 5,8 кг и вызывает увеличение гендерных различий в концентрации гемоглобина и СОЭ.

Ключевые слова: высокие широты, подростки, масса тела, концентрация гемоглобина, СОЭ.

Influence of high latitudes on physical development and blood characteristics in teenagers. Standard technique to evaluate main physical parameters of development was used. The aim of the study was to find out the influence of high latitudes on the functional state of teenagers at the age of 14 living in Kirovsk (n=139) and Uhta (n=253). To study haemoglobin concentration Sali method was used, to study erythrocyte sedimentation rate (ESR) micromethod in Panchenkov's modification was used. Living in higher latitudes (Uhta) in comparison with the temperate zone (Kirovsk) leads to weight growth (by 4,7 kg in girls and 5,8 kg in boys) and causes growth of gender differences in haemoglobin concentration and ESR.

Key words: high latitudes, teenagers, body weight, haemoglobin concentration ESR

В неблагоприятных климатических условиях происходят разнообразные изменения функционального состояния организма человека, наиболее ярко проявляющиеся у детей и подростков [4, 6, 7, 8, 9]. В частности в клетках, снижается активность ферментов (супероксиддисмутазы), антирадикальная активность, усиливается накопление продуктов перекисного окисления липидов и генерация активных форм кислорода [6]. На организменном уровне влияние климата высоких широт (длительный период полярной ночи) приводит к витамин D-дефицитам [9], а также к пониженному содержанию в биосредах подростков витаминов и провитаминов: аскорбиновой кислоты, альфа-токоферола, ретинола, каротиноидов и витаминов группы В [7]. У школьников Севера зарегистрировано снижение альбумин-глобулинового коэффициента и повышение в 5 раз содержания триглицеридов крови в сравнении с данными показателями их сверстников из средней полосы [7]. Проживание на высоких широтах детей приводит к гематологическому стресс-синдрому: снижению абсолютного содержания лейкоцитов, за счет сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов, но к повышению содержания моноцитов и палочкоядерных нейтрофилов [7]. Следует учитывать, что наиболее полную

Контакты:¹ Кузнецова Д.А., E-mail: kdashik@mail.ru

картину функционального состояния организма подростков можно получить при одновременном изучении их физического развития и функциональных показателей [2]. В связи с вышесказанным нами была поставлена **цель**: исследовать влияние высоких широт на основные показатели физического развития и крови подростков.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценку физического развития подростков ($n=392$) проводили по стандартным антропометрическим и физиометрическим методикам [3]. Среди обследованных 139 человек (55 девушек и 84 юноши) было из г. Кирова ($58^{\circ}36'00''$ с. ш.; среднегодовая $t=+2,2^{\circ}\text{C}$) и 253 человека (105 девушек и 148 юношей) – из г. Ухты ($63^{\circ}34'00''$ с. ш.; $t=-1,1^{\circ}\text{C}$). Оценку пропорциональности физического развития проводили с помощью индексов: массо-ростового, Кеттле, Рорера, должной массы тела и отношения реальной массы тела к должной. Для оценки физического развития также использовали центильный метод [3], в частности определяли распределение (в %) массы и длины тела подростков по центильным коридорам. Диастолическое, систолическое и пульсовое артериальное давление (мм рт. ст.) определяли с использованием тонометра по методу Короткова [3]. Среднее давление (АД_{ср}) вычисляли по формуле Хикэма: $\text{АД}_{\text{ср}}=(\text{ПД}/3)+\text{ДАД}$, где ДАД – диастолическое АД, (мм рт. ст.).

Забор капиллярной крови производили в условиях клинической лаборатории при плановой в 14 лет диспансеризации подростков, которые на момент обследования не имели острых заболеваний и хронической соматической патологии. Концентрацию гемоглобина (г/л) измеряли гематитовым методом Сали с помощью фотоэлектрического фотометра КФК-3-01 [5]. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ; мм/ч) определяли микрометодом в модификации Панченкова, а количество лейкоцитов (клеток/л) подсчитывали в камере Горяева [5].

Статистический анализ результатов исследования проводили на компьютере типа IBM Pentium IV с использованием средств пакета программ Microsoft Excel-2003 и прикладных программ Statistica 7.0. Для проверки статистической гипотезы о значимости отклонения того или иного показателя применяли t-критерий Стьюдента и критерий χ^2 Фридмана. При этом использовали уровень значимости различий – $p<0,05$ [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проживание подростков 14 лет на высоких географических широтах приводит к повышению у девушек и юношей массы тела. Так, масса тела у девушек г. Ухты выше на 4,7 кг, чем у девушек г. Кирова: $54,76\pm 1,19$ кг против $50,06\pm 1,52$ *кг (* – здесь и ниже различия значимы, $p<0,05$), аналогично для юношей выше на 5,8 кг соответственно $58,19\pm 1,17$ кг против $52,38\pm 1,12$ *кг (рис. 1). Наши данные не противоречат экогеографическому правилу Бергмана, которое в определенной степени применимо и к человеку: наиболее крупными являются те гомойотермные животные, которые проживают в условиях более холодного климата высоких широт [10]. В то же время длина тела подростков, проживающих в разных географических широтах значимо не различалась ($p>0,05$): для девушек –

162,37±0,60 см против 162,97±0,85 см, для юношей – 167,06±0,76 см против 168,62±0,84 см.

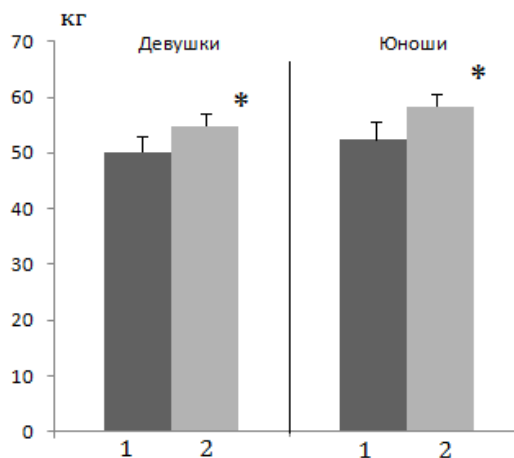


Рис. 1. Масса тела (кг) подростков 14 лет г. Ухты (1) и г. Кирова (2).

* – различия значимы, $p < 0,05$.

Массо-ростовой индекс позволил оценить массу тела относительно длины тела. Этот показатель выше у подростков г. Ухты, чем у их сверстников из г. Кирова: на 29,37 г на каждый сантиметр тела – для девушек и 36,20 г/см – для юношей, соответственно 336,34±6,76 г/см против 306,97±9,32* г/см, 346,39±6,13 г/см против 310,19±6,30 г/см (табл. 1). По индексам Кеттелле ($\text{кг}/\text{м}^2$), Рорера ($\text{кг}/\text{м}^3$), должной массе тела (кг) и отношении реальной массы тела к должной (%) значимых различий не выявлено (табл. 1).

Распределение показателей длины тела по коридорам центильных таблиц показало, что длина тела юношей г. Кирова значимо более компактно располагается в областях – средние, выше и ниже средних величин, чем у юношей г. Ухты ($\chi^2_r = 0,001$), для девушек подобной закономерности не обнаружено (табл. 2). Согласно критерию χ^2_r Фридмана выявлены значимые различия по массе тела подростков г. Ухты и г. Кирова: для девушек $\chi^2_r = 0,0001$ и для юношей $\chi^2_r = 0,019$ (табл. 2). Согласно Е. Н. Крючковой [7] в условиях высоких широт происходит адаптационная перестройка энергетического обмена организма – торможение углеводного и активация белково-липидного обменов. Не исключено, что эта особенность энергетического обмена лежит в основе зарегистрированной нами более высокой массы тела подростков г. Ухты, чем их сверстников из г. Кирова. По мнению Е. Н. Крючковой [7] ведущую роль в перестройке метаболизма жителей высоких широт играет повышение концентрации основных гормонов фазы резистентности общего адаптационного синдрома – глюкокортикоидов, которая происходит на фоне снижения содержания инсулина в крови.

Таблица 1.

Основные показатели физического развития и крови подростков (14 лет; Мст) гг. Кирова и Ухты

Показатели	Девушки				Юноши			
	п	г. Киров	п	г. Ухта	п	г. Киров	п	г. Ухта
Длина тела, см	55	162,97±0,85	105	162,37±0,60	84	168,62±0,84	148	167,06±0,76
Масса тела (МТ), кг	55	50,06±1,52	105	54,76±1,19*	84	52,38±1,12	148	58,19±1,17**
Массо-ростовой индекс, г/см	55	306,97±9,32	105	336,34±6,76**	84	310,19±6,30	148	346,39±6,13**
Индекс Кеттле, кг/м ²	55	18,85±0,59	105	20,68±0,39	84	18,40±0,37	148	20,68±0,33
Индекс Ропера, кг/м ³	55	11,60±0,40	105	12,74±0,23	84	10,94±0,24	148	12,38±0,19
Должная МТ, кг	55	52,75±0,27	105	52,56±0,19	84	54,56±0,27	148	54,06±0,24
МТ/Должная МТ, %	55	94,84±2,8	105	103,91±2,1	84	95,87±1,9	148	107,05±1,9
Систолическое АД, мм рт.ст.	51	109,41±1,40	74	110,67±1,52	75	109,80±1,65	117	112,17±1,13
Диастолическое АД, мм рт.ст.	51	67,25±1,07	74	68,32±1,01	75	65,89±0,91	117	68,51±0,81
Пульсовое давление, мм рт.ст.	51	42,15±1,21	74	42,35±1,33	75	43,90±1,47	117	43,66±0,88
Среднее АД, мм рт.ст.	51	81,30±1,05	74	82,44±1,03	75	80,52±0,98	117	83,06±0,83
Концентрация гемоглобина, г/л	29	143,83±1,21	66	142,60±1,32	50	146,98±1,86	97	150,00±1,27 ¹
Количество лейкоцитов, кл/л	29	7,34±0,47	66	6,82±0,18	50	6,91±0,27	97	6,32±0,15
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	29	9,03±0,96	66	7,45±0,84	50	6,43±0,71 ¹	97	5,75±0,37

Примечание: различия значимы (p<0,05), * - между подростками гг. Кирова и Ухты; ¹ - между девятиклассниками и юношами.

Таблица 2

Распределение по коридорам центильных таблиц длины и массы тела подростков (14 лет) гг. Кирова и Ухты

Характеристика величин, распределенных по номерам коридоров		Девушки				Юноши			
		г. Киров, n=55		г. Ухта, n=105		г. Киров, n=84		г. Ухта, n=144	
		n	M±m, %	n	M±m, %	n	M±m, %	n	M±m, %
Длина тела									
1	Очень низкие	1	1,85	1	0,96	0	0,00	5	3,35
2	Низкие	1	1,85	2	1,92	0	0,00	7	4,69
3	Ниже средних	4	7,41	15	14,42	7	8,33	15	10,06
4	Средние	37	68,51	65	62,50	54	64,28	74	49,66
5	Выше средних	8	14,81	10	9,61	10	11,9	32	21,47
6	Высокие	1	1,85	8	7,69	12	14,28	9	6,04
7	Очень высокие	4	7,41	3	2,88	1	1,19	7	4,69
Значимость различий по критерию χ^2 Фридмана		Отсутствует, p=0,173				Различие значимо, p=0,001			
Масса тела									
1	Очень низкие	9	16,36	1	0,96	4	4,81	7	4,69
2	Низкие	9	16,36	7	6,73	3	3,61	5	3,35
3	Ниже средних	9	16,36	18	17,30	18	21,68	17	11,40
4	Средние	17	30,90	45	43,26	41	49,39	61	40,93
5	Выше средних	3	5,45	11	10,57	8	9,63	26	17,44
6	Высокие	5	9,09	9	8,65	8	9,63	22	14,76
7	Очень высокие	3	5,45	9	8,65	1	1,20	11	7,38
Значимость различий по критерию χ^2 Фридмана		Различие значимо, p=0,0001				Различие значимо, p=0,019			

Отдельные авторы упоминают о том, что холодовые воздействия повышают у животных (крысы) артериальное давление и уровень альдостерона в крови, активирующего барорецепторы [8]. Однако, нами значимых различий по систолическому и диастолическому артериальному давлению подростков, живущих в разных географических широтах, не обнаружено (табл. 1). Оно составило для девушек г. Ухты (мм рт. ст): $110,67 \pm 1,52$ и $68,32 \pm 1,01$ против девушек г. Кирова – $109,41 \pm 1,40$ и $67,25 \pm 1,07$, для юношей – $112,17 \pm 1,13$ и $68,51 \pm 0,81$ против $109,80 \pm 1,65$ и $65,89 \pm 0,91$ соответственно. Значимые различия также отсутствуют по пульсовому и среднему артериальному давлению (табл. 1).

Согласно Е. Н. Крючковой [7] и Н.Н. Потолиценой [9] у подростков 13-15 лет европейского Севера России изменены показатели крови, в частности снижено содержание общего холестерина, липопротеидов низкой плотности, апопротеинов А, В и Е, жирорастворимых витаминов А, Е и D, а также кальция, магния, меди и цинка. Нами предпринята попытка зарегистрировать возможные изменения основных показателей крови подростков: концентрацию гемоглобина, количество лейкоцитов, СОЭ (табл. 1). Значимых различий по этим показателям не выявлено. В то же время зафиксированы значимые гендерные различия в концентрации гемоглобина для подростков г. Ухты: у девушек $142,60 \pm 1,32$ г/л ниже, чем у юно-

шей $150,00 \pm 1,27^* \text{ г/л}$, а по СОЭ – для подростков г. Кирова: у девушек $9,03 \pm 0,96 \text{ мм/ч}$ выше, чем у юношей $6,43 \pm 0,71^* \text{ мм/ч}$.

Таким образом, проживание подростков (14 лет) в высоких широтах (г. Ухта) в сравнении с их сверстниками умеренных широт (г. Киров) приводит к увеличению массы тела девушек и юношей, а также вызывает усиление гендерных различий по концентрации гемоглобина и СОЭ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ.– М.: Практика, 1999.– 459 с.
2. Драгич О. А. Закономерности морфофункциональной изменчивости организма студентов юношеского возраста в условиях уральского федерального округа: автореф. дисс. докт. биол. наук.– Тюмень, 2006.– 41 с.
3. Капитанов Т.В. Пропедевтика детских болезней с уходом за ребенком. – М.: Медпресс-информ, 2006. – 704 с.
4. Козырева Т. В., Ткаченко Е. Я., Потапова Т. А., Ромащенко А. Г., Воевода М. И. Связь однонуклеотидного полиморфизма rs11562975 гена термочувствительного ионного канала TRPM8 с чувствительностью человека к холоду и ментолу // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 2. – С. 71-76.
5. Колоколов Г. Р., Герасина Е. В., Ананьев О. Л., Шашлова С. Ю., Шилов В. Н., Ананьева О.В., Полянина А.Ю. Анализы. Полный справочник.– М.: Эксмо, 2008. – 768 с.
6. Кривова Н. А., Чанчаева Е. А. Антиоксидантная активность плазмы крови у аборигенов низкогорья и среднегорья южного Алтая // Физиология человека.– 2011. – Т. 37, № 2. – С. 60-65.
7. Крючкова Е. Н. Возрастные особенности формирования адаптационных процессов у детей Крайнего Севера // Здоровоохранение РФ. – 2011. – № 2. – С. 34-41.
8. Обут Т. А., Сарыг С. К., Овсюкова М. В., Дементьева Т. Ю., Обут Е. Т., Эрдыниева Т. А. Влияние дигидроэпиандростерон-сульфата на уровень альдостерона при холодовом воздействии // Российский физиологический журнал.– 2011.– Т. 97, № 2. – С. 214-217.
9. Потолицына Н. Н., Бойко Е. Р., Орр П. Показатели липидного обмена и их взаимосвязь с обеспеченностью организма витамином D у жителей Севера // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 2. – С. 66-70.
10. Шилова И.А. Экология. – М.: Высшая школа. – 2009. – 512 с.

ВЗАИМОСВЯЗЬ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Е.С. Тверитина, М.З. Федорова¹
Белгородский государственный университет

Показаны взаимосвязи некоторых параметров функционирования сердечно-сосудистой системы со свойствами нервных процессов. Высокие показатели скорости реакции на внешние раздражители регистрируются у юношей и девушек с преобладанием симпатического влияния вегетативной нервной системы на сердечный ритм, силы нервных процессов – у лиц со сниженной частотой сердцебиения.

Ключевые слова: *возраст, сердечно-сосудистая система, нервная система*

The interaction between some physiological and psychophysiological characteristics of persons at youthful age. *The research showed relationship between some parameters of the functioning of the cardiovascular system with the properties of the nerve processes. High rates of reaction rate on the external stimuli recorded in boys and girls with a predominance of the sympathetic autonomic nervous system influence on heart rate, strength of nervous processes – in patients with reduced heart rate.*

Key words: *age, cardiovascular system, nervous system*

Анализ функционирования и взаимосвязи сердечно-сосудистой системы и свойств нервных процессов является потенциальным подходом к изучению особенностей приспособительной деятельности индивида. Это важно в юношеском возрасте, так как на данном этапе завершается морфофункциональное созревание организма. Сердечный ритм является отражением функционирования автономной нервной системы, организация которой рассматривается в качестве одной из конституциональных характеристик, формирующих тип реагирования организма на средовые воздействия [5, 6, 8]. Некоторые исследователи полагают, что тип автономной нервной регуляции стойко сохраняется с возрастом [4, 10, 14]. Реактивность нервной системы, определяющая особенности регуляции процессов кровообращения и типологическую принадлежность, может проявляться во взаимосвязях показателей этих систем.

Целью исследования было установление взаимосвязи показателей функционирования сердечно-сосудистой системы с типологическими особенностями нервной системы у лиц юношеского возраста.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу работы положены результаты обследований 33 студентов (12 юношей и 21 девушка) Белгородского государственного университета в возрасте 18-21 год.

Комплексное исследование включало определение показателей деятельности сердца по программе «Нейрософт» (Иваново, Россия), изучение свойств нервных

Контакты: ¹Федорова М.З., E-mail: fedorova@bsu.edu.ru

процессов по программе «Психо-тест» (Иваново, Россия), используя Теппинг-тест Ильина, методику «Критическая частота световых мельканий» (КЧСМ), «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР).

Проводилась регистрация электрокардиограммы в трех стандартных отведениях (I, II, III). Проводили временной анализ variability сердечного ритма, оценивали R-R min, R-R max (мс); стандартное отклонение величин нормальных интервалов R-R– SDNN (мс); показатель ЧСС (уд./мин); текущее функциональное состояние сердечно-сосудистой системы; баланс отделов вегетативной нервной системы.

Силу нервных процессов оценивали на основании результатов, полученных с использованием Теппинг-теста Ильина. Для определения подвижности нервных процессов использовали методику КЧСМ и ПЗМР. Оценку результатов по методике ПЗМР при наличии нормального распределения производили на основании среднего значения времени реакции (мс), стандартного отклонения (мс), коэффициента точности Уиппла. Критерии оценки скорости сенсомоторной реакции: высокий (ниже 200 мс), средний (до 230 мс), низкий (от 230 мс). По результатам обследования КЧСМ вычисляли среднюю частоту мельканий (Гц) и отдельно частоты на слияние и убывание светового сигнала. Уровень подвижности нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора оценивали следующим образом: высокий (более 46 Гц), средний (38-46 Гц), низкий (менее 38 Гц).

Полученные данные обрабатывали по программе Statistica 6,0. Достоверность различий оценивали по критерию Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что показатели функционирования сердечно-сосудистой системы и свойств нервных процессов в двух группах находятся в пределах нормы, но достоверно выше у юношей.

По результатам анализа variability сердечного ритма, представленных в таблице 1, у юношей наблюдается увеличение длительности кардиоинтервалов R-R, по сравнению с девушками. Вместе с тем в группе юношей преобладает смешанное, ближе к симпатическому, влияние вегетативной нервной системы (ВНС) на сердечный ритм, в группе девушек – смешанное, ближе к парасимпатическому (Таблица 1).

Индивидуальный анализ влияния ВНС на деятельность сердца показал, что количество лиц с преобладанием симпатических влияний на сердечный ритм в группе юношей составило 58%, в группе девушек – 29%, количество лиц с преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритма в группе юношей составило 17%, в группе девушек – 33%, испытуемые с нормотоническим типом регуляции сердечного ритма распределились следующим образом: 25% юношей и 38% девушек. Хорошее функциональное состояние деятельности сердца зарегистрировано у 25% юношей и 52% девушек, удовлетворительное – у 67% и 33% соответственно. Сниженное функциональное состояние наблюдается у 8% юношей и 14% девушек.

Некоторые исследователи [9, 12, 13] указывают на то, что умеренное преобладание парасимпатических влияний является одним из факторов устойчивости организма к возникновению поражений сердечно-сосудистой системы, нараста-

ние же симпатико-адреналовой активности может привести к высокой напряженности функционирования системы кровообращения.

Таблица 1

Средние значения показателей variability ритма сердца у лиц юношеского возраста

Показатели	Девушки	Юноши
Минимальный интервал R-R (мс)	639,2±20,9	710,3±34,2*
Максимальный интервал R-R (мс)	902,4±26,3	1019,5±40,5*
SDNN (мс)	60,6±4,2	72,6±3,7*
ЧСС (уд./мин.)	78,7±2,4	71,5±3,7*
Текущее функциональное состояние деятельности сердца (отн. ед.)	2,4±0,2	2,2±0,2*
Тонус вегетативной нервной системы (отн. ед.)	-0,05±0,2	0,4±0,2*

Примечание: SDNN – стандартное отклонение (SD) величин нормальных интервалов R-R (N-N); * – достоверность различий с группой девушек по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)

Результаты оценки типологических свойств нервных процессов (НП) представлены в таблице 2. Тип нервной системы в группе юношей близок к среднему, в группе девушек – промежуточный, с преобладанием слабого. В группе юношей выявлено **8% лиц со слабыми нервными процессами**, **33% лиц со средними и 33% средне-сильными** и 25% юношей со средне-слабыми нервными процессами. В группе девушек преобладают слабые нервные процессы (52%). Количество человек со средне-слабой силой – 33%, со средней – 5%, со средне-сильной – 10%. Проведенное исследование не выявило лиц с сильными свойствами нервных процессов ни в группе юношей, ни в группе девушек.

Таблица 2

Средние значения показателей по методике «Теппинг-тест»

Показатели	Девушки	Юноши
Средняя частота нажатий (Гц)	3,2±0,5	4,0±0,7*
Число нажатий	95,0±14,2	120,0±20,6*
Средняя величина различия в темпе нажатий (Гц)	-0,3±0,1	-0,01±0,1*
Тип нервной системы (отн. ед.)	1,5±0,2	2,9±0,3*

Примечание: * – достоверность различий с группой девушек по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).

Подвижность нервных процессов достоверно выше в группе юношей – средняя, в группе девушек средняя, близка к низкой. Результаты исследования представлены в таблицах 3, 4. Юношей с высокой скоростью НП– 21%, со средней – 75%, с низкой – 4%. У девушек распределение по соответствующим показателям составляет 5%, 66% и 29%.

Таблица 3

Средние значения показателей по методике «Критическая частота слияния мельканий»

Показатели	Девушки	Юноши
Возрастание частоты мельканий (Гц)	36,2 ±1,6	36,8 ±1,7
Убывание частоты мельканий (Гц)	40,6 ±1,2	46,1 ± 0,5*
Средняя частота мельканий (Гц)	38,3 ± 0,9	41,5 ± 0,9*
Различие показателей частот возрастания и убывания мельканий (%)	18,9 ±4,2	20,3 ±3,6*
Уровень подвижности нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора (отн. ед.)	1,6 ± 0,1	2,0 ± 0,1*

*Примечание: * – достоверность различий с группой девушек по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).*

Таблица 4

Средние значения показателей по методике «Простая зрительно-моторная реакция»

Показатели	Девушки	Юноши
Среднее время реакции (мс)	215,1 ±4,2	203,2 ± 3,2*
Среднеквадратичное отклонение (мс)	39,9 ± 1,7	33,6 ± 2,0*
Коэффициент точности Уиппла (отн. ед.)	0,04 ± 0,008	0,03 ± 0,008
Уровень скорости сенсорной реакции (отн. ед.)	1,9 ±0,1	2,3 ±0,1*

*Примечание: * – достоверность различий с группой девушек по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).*

С целью оценки связи между изученными показателями был проведен корреляционный анализ. В группе девушек корреляционных связей меньше. Они все средней и слабой силы ($0.4 < r < 0.6$). Наиболее информативными являются следующие: показатель стабильности сенсомоторного реагирования положительно связан с типом нервной системы и подвижностью нервных процессов, ЧСС – со скоростью реакции на световой раздражитель. В группе юношей все статистические взаимосвязи сильные ($r > 0.7$). Показатель ЧСС коррелирует с типом нервной системы ($r = -0,78$). Тонус вегетативной нервной системы и стабильность сенсомоторного реагирования положительно связаны со скоростью нервных процессов.

Существует мнение [1, 3, 4, 7, 9], что избыточная активация симпатико-адреналовой системы является патогенетической основой развития реакции дезадаптации и может привести к подавлению активности автономного контроля регуляции сердечного ритма. Описанные выше корреляционные связи и сниженное функциональное состояние деятельности сердца демонстрируют у юношей существенное напряжение системы кровообращения. Полученные данные свидетельствуют о том, что «основа» сердечно-сосудистых дисфункций и заболеваний у мужчин зрелого возраста закладывается в юношеский период развития.

ВЫВОДЫ

1. В юношеском возрасте проявляются достоверные различия между юношами и девушками по физиологическим и психофизиологическим характеристикам.
2. У юношей наблюдается преобладание симпатического влияния вегетативной нервной системы на сердечный ритм, у девушек – парасимпатического.
3. У большинства юношей (66%) отмечен средний и средне-сильный тип нервной системы. У девушек преимущественно слабая нервная система (52%). Подвижность нервных процессов выше в группе юношей.
4. На основе корреляционного анализа установлено, что у обследуемых лиц с высокими показателями силы нервных процессов наблюдается экономизация работы сердца. Повышение скорости реакции на раздражители регистрируется на фоне умеренной неуравновешенности и активации симпатического отдела вегетативной нервной системы.
5. Сильные корреляционные связи между показателями сердечно-сосудистой и нервной системы, а также сниженное функциональное состояние деятельности сердца свидетельствуют о высоком напряжении регуляторных механизмов в группе юношей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине. // Физиология человека – 2002. – Т.28, №2. – С. 70-82.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкий С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 254 с.
3. Вейн А.М., Соловьева А.Д. Лимбико-ретикулярный комплекс и вегетативная регуляция. – М.: Наука, 1973. – 268 с.
4. Гуштурова И.В. Особенности центральной и периферической гемодинамики в покое и при физической нагрузке у детей дошкольного возраста: авторефер. дис. ... канд. наук. – Казань, 1996.
5. Захаров В.Н. Основные механизмы адаптации человека. – М.: Наука, 1993. – 189 с.
6. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск: Наука, 1980. – 191 с.
7. Копосова Т.С., Чикова С.Н., Чиков А.Е. Сезонные изменения показателей кардиогемодинамики и вегетативного статуса организма студентов. // Экология человека. 2004. – №5. – С. 23-25.
8. Медведев В.И. Устойчивость физиологических и психологических

функций человека при действии экстремальных факторов. – Л., 1982. – 104 с.

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

10. Осадшая Л.Б. Системные механизмы оптимизации и адаптации кардиогемодинамики человека: автореф. дис... докт. мед. наук. – М., 1997. – 39 с.

11. Рябыкина Г.В. Вариабельность ритма сердца. – М.: Стар'Ко, 1998. – 196 с.

12. Сапожникова Е.Н. Ритм сердца у школьников 7-12 лет в покое и при ортоклиностагическом тестировании: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 2003. – 23 с.

13. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. – М, 1998. – 267 с.

14. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., Гуштурова И.В. Ритм сердца и гемодинамика у детей и подростков с различным уровнем активности регуляторных систем. // Росс. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т.9, №8. – С. 417.

ОСОБЕННОСТИ НЕЙРО-ЭНДОКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К УМСТВЕННОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКАМ У ШКОЛЬНИКОВ 9-ЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА

А.Н. Шарапов, В.Н. Безобразова, С.Б. Догадкина¹,
Г.В. Кмить, Л.В. Рублева
Институт возрастной физиологии РАО, Москва

Методами временного и спектрального анализа вариабельности ритма сердца, электрокардиографии, поликардиографии и биполярной реоэнцефалографии проведено комплексное исследование адаптации сердечно-сосудистой системы к физической и умственной нагрузкам детей 9 лет. Выявлены группы детей с адекватной, сниженной и неадекватной реакцией ВРС на ортостаз. Неадекватная реакция наиболее часто отмечалась у детей с преобладанием симпатической активности в регуляции СР. Показано, что краткосрочная адаптация к динамической физической нагрузке характеризуется уменьшением длительности сердечного цикла, продолжительности периода напряжения и фазы изометрического сокращения миокарда, продолжительности электрической систолы и предсердно-желудочковой проводимости. Выявлено наличие двух основных фазовых синдромов: гипердинамии и гиподинамии миокарда. Краткосрочная адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке характеризовалась двумя вариантами – благоприятным и неблагоприятным.

Ключевые слова: детский возраст, вегетативная нервная система, ЭКГ, поликардиография, мозговое кровообращение

Peculiarities of neuro-endocrine regulation of blood circulation system in the process of adaptation to mental and physical activity in pupils aged 9 years old. The methods of temporal and spectral analyses of heart rate variability (HRV), electrocardiography, polycardiography and bipolar rheoencephalography were used to conduct the complex study of adaptation of cardio-vascular system to physical and mental activity in 9-year-old children. There were found out groups of children with adequate, low and inadequate reaction of HRV to orthostatic probe. Inadequate reaction was common in children with dominant sympathetic activity in heart rate regulation. It is shown that short-term adaptation to dynamic physical activity is characterized by a shorter heart cycle, shorter intensity period and shorter phase of isometric myocardium contraction and smaller duration of electric systole and ventriculoatrial conduction. Two main phase syndromes are present: hyperdynamics and hypodynamics of myocardium. Short-term adaptation of brain blood circulation to mental activity was characterized by two variants: favourable and unfavourable.

Key words: child age, autonomic nervous system, ECG, polycardiography, brain blood circulation.

Адаптация организма ребенка к изменяющимся условиям внешней среды будучи одним из важнейших вопросов возрастной физиологии, является процессом обязательно регулируемым нейрогуморальными механизмами, которые с возрас-

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

том претерпевают существенные изменения и окончательно формируются только в более старшем возрасте. Одним из объективных индикаторов изменений процесса срочной адаптации считается вариабельность сердечного ритма.

Ведущую роль в адаптации организма к воздействию факторов внешней среды играет сердечно-сосудистая система. Функциональное состояние системы кровообращения является своего рода индикатором, как срочной, так и долговременной адаптации к различным видам деятельности.

Между тем, практически отсутствуют данные о комплексных межсистемных исследованиях, включающих оценку ВРС, биоэлектрических функций миокарда, состояния сократительной способности сердечной мышцы и кровообращения головного мозга в покое, а также в процессе умственной и физической нагрузок у детей 9-летнего возраста, что подчёркивает новизну и актуальность изучаемой проблемы и явилось задачей нашего исследования.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено комплексное исследование, включавшее изучение автономной нервной регуляции сердечного ритма, сократительной функции, биоэлектрических характеристик миокарда и церебральной гемодинамики у детей 9 лет.

Обследовано 40 детей 9 лет, отнесенных к I-II группам здоровья, учащихся общеобразовательной школы №27 г. Москвы. Исследование проводили с письменного согласия родителей в первой половине дня (с 9 до 13 часов) – периоде наибольшей активности физиологических функций.

Изучение автономной нервной регуляции сердечного ритма (СР) проводили методом спектрального анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) [12]. Определяли следующие спектральные параметры: общей мощности (TP, мс²); высокочастотных колебаний (HF, мс², п.у., %); низкочастотных колебаний (LF, мс², п.у., %); очень низкочастотных колебаний (VLF, мс², п.у., %); мощности в диапазоне высоких частот, выраженной в нормализованных единицах: HFп.у.; мощности в диапазоне низких частот, выраженной в нормализованных единицах: LFп.у.; LF/HF. Для характеристики текущего функционального состояния организма применяли активную ортостатическую пробу.

Возбудимость и проводимость миокарда изучали с помощью метода электрокардиографии. Регистрация ЭКГ осуществлялась в 12 общепринятых отведениях. Длительность интервалов и зубцов ЭКГ определялась по данным II стандартного отведения. Определялись следующие показатели: длительность сердечного цикла RR; продолжительность предсердно-желудочковой проводимости PQ; продолжительность внутрижелудочковой проводимости QRS; длительность электрической систолы желудочков QT; длительность зубцов P, Q и R; амплитуда зубцов P, Q, R, S, T.

Сократительная функция миокарда изучалась методом поликардиографии. Проводилась синхронная регистрация ЭКГ во II стандартном отведении, фонокардиограммы и каротидной сфигмограммы с помощью прибора Поли-Спектр-12. Анализ поликардиограммы базировался на сопоставлении элементов записанных кривых во времени по методике В.Л. Карпмана [7]. Вычисляли следующие параметры: продолжительность сердечного цикла (R-R, мс), фаза асинхронного сокращения (ФАС, мс), фаза изометрического сокращения (ФИС, мс), период

напряжения (Т, мс), период изгнания (Е, мс), механическая систола (Sm, мс), общая систола (So, мс), электрическая систола (Sэ, мс), диастолический интервал (D, мс), индекс напряжения миокарда (ИНМ, у.е.); внутрисистолический показатель (ВСП, у.е.).

При изучении возбудимости, проводимости и сократительной функции миокарда в качестве функциональной пробы в работе была использована динамическая нагрузка: модифицированная проба Летунова (20 приседаний за 30 секунд). Регистрация всех параметров ЭКГ и ПКГ производилась в исходном состоянии и сразу после нагрузки.

Мозговое кровообращение. Изучение мозгового кровообращения проводилось методом биполярной реоэнцефалографии [22] посредством компьютерного реографа "Реоспектр" в бифронтальном (F-F) и биокципитальном (ОО) отведениях, отражающих кровообращение лобных и затылочных областей больших полушарий головного мозга. Вычислялись следующие параметры: амплитуда пульсовой волны (А, ом), показатели, характеризующие тонус артерий головного мозга большого и среднего калибра (а/Т, %) и малого калибра (дикротический индекс, di %), АЧП, у.е. – амплитудно-частотный показатель (отражает кровоток в единицу времени), а также частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Измерение артериального давления (АД) проводилось по методу Н.С. Короткова. Определяли САД, мм рт.ст. – систолическое артериальное давление, ДАД, мм рт.ст. – диастолическое артериальное давление. В качестве функциональной пробы использовалась умственная нагрузка – устный счет в течение 10 минут. Регистрация изучаемых параметров проводилась в состоянии покоя и на 10-й минуте выполнения задания.

Экспериментальные данные обработаны общепринятыми методами вариационной статистики. Степень достоверности различий между показателями в исходном состоянии и после нагрузки определялась по критерию Стьюдента. Во всех случаях граничным считался уровень значимости при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование позволило оценить состояние автономной нервной регуляции у детей 9 лет. Результаты анализа волновой и спектральной структуры ВРС в покое и в ответ на ортостатическую пробу представлены в таблицах 1,2.

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

Установлены достоверные половые различия в значениях частотных и временных показателей ВРС (табл.1, 2). Так, общая плотность мощности частотных колебаний достоверно выше у девочек 9-летнего возраста в сравнении с мальчиками за счет достоверно более высоких величин показателей высокочастотных колебаний ВРС. Показатель отношения низкочастотных колебаний к высокочастотным

стотным достоверно ниже у девочек 9 лет, что свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма (табл. 1).

Временной анализ ВРС (табл. 2) выявил, что показатель SDNN, отражающий состояние механизмов регуляции и характеризующий АНС в целом, показатели RMSSD и pNN50, характеризующие активность парасимпатического отдела АНС, достоверно выше у девочек 9 лет в сравнении с мальчиками. Результаты анализа свидетельствуют о преобладании парасимпатический влияний 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 [1, 12].

Таким образом, исследование variability сердечного ритма детей 9 лет в состоянии относительного покоя показало, что значения спектральных и временных показателей ВРС соответствуют таковым, приводимым в ряде исследований [12, 25]. 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 диапазоне высоких частот доминировала над величинами мощности спектра в очень низкочастотном диапазоне. Это свидетельствует о преобладании модулирующего симпато-парасимпатического регуляторного влияния над гуморально-метаболическими и центральными эрготропными регуляторными стимулами.

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, что совпадает с данными исследований E. Longin et al. [26].

Исследование variability сердечного ритма при ортостатической пробе позволяет получить информацию о состоянии различных звеньев регуляторного механизма и об общей адаптационной реакции организма.

Оценка изменений показателей временного анализа ВРС (табл. 2) выявила достоверное уменьшение в ходе ортостатической пробы показателей RRNN, RMSSD и pNN50, отражающих снижение активности парасимпатического звена автономной нервной системы. Результаты анализа спектральных характеристик сердечного ритма (табл. 1) показали, что у детей в возрасте 9 лет при проведении ортостатической пробы наблюдается разнонаправленная динамика изменения частотных составляющих спектра. Выявлено существенное увеличение мощности очень низкочастотного и низкочастотного компонентов и достоверное снижение мощности высокочастотного компонента спектра сердечного ритма (табл. 1, 2). Следовательно, реакция на ортостаз характеризуется существенным увеличением симпатической и снижением парасимпатической активности АНС. Величина $K_{30:15}$, характеризующего адекватность реакции АНС находилась в пределах нормы. У детей обоего пола выявлен существенный сдвиг автономной нервной регуляции в сторону симпатических влияний. Все это свидетельствует об адекватной реакции АНС на ортостатическое воздействие [3, 5, 12, 29].

Таблица 1

Показатели спектрального анализа variabilityности сердечного ритма у детей 9 лет в состоянии покоя и в ответ на ортостатическую пробу (M±m)

Группы	Период исслед.	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF n.u.	HF n.u.	LF/HF n.u.	%VL F	%LF	%HF
Общая	покой	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 ±0,114	25,3 ±2,7	29,4 ±2,0	45,5 ±3,5
	ортостаз	5222,7 ±881,8	1574,3 ±327,7	2069,8 ±409,6#	1558,6 ±439,7	60,9 ±2,5#	39,0 ±2,5#	1,873 ±0,205#	32,9 ±2,3#	40,5 ±2,0#	26,4 ±2,0#
М	покой	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
	ортостаз	4268,0 ±867,9	1390,9 ±263,2	1837,6 ±528,2	999,3 ±187,1#	61,8 ±3,9#	38,1 ±3,9#	1,987 ±0,318#	35,2 ±3,2	40,1 ±3,3#	24,6± 2,4#
Д	покой	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
	ортостаз	6177,5 ±1992,8	1757,7 ±610,5	2301,9 ±641,3#	2118,0 ±847,6	60,0 ±3,4#	39,9 ±3,4#	1,759 ±0,267#	30,7 ±3,4#	41,0 ±2,5#	28,1 ±3,4#

Примечание: М – мальчики; Д – девочки; * – достоверность различий между показателями у мальчиков и девочек; # – достоверность различий между показателями в покое и во время ортостаза

Таблица 2

Показатели временного анализа variability сердечного ритма у учащихся 9 лет в покое и в ответ на ортоста-
тическую пробу (M±m)

Группы	Период исследования	R-Rmin	R-Rmax	RRNN	SDNN	RMSSD	pNN50	CV	K30:15
Общая	покой	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	--
	ортостаз	457,5# ±12,3	912,5 ±85,8	598,8# ±11,7	57,0 ±5,7	48,2# ±6,4	14,5# ±1,8	9,4 ±0,9	1,224 ±0,035
М	покой	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	--
	ортостаз	461,6# ±9,2	806,2 ±32,9	586,3# ±13,2	50,9 ±4,9	39,1# ±3,5	13,1# ±2,2	8,5 ±0,6	1,252 ±0,052
Д	покой	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	--
	ортостаз	453,3# ±23,3	1018,9 ±166,6	611,3# ±19,4	63,2 ±10,3	57,3# ±12,2	15,8# ±2,9	10,2 ±1,7	1,195 ±0,048

Примечание: *—достоверность различий между показателями у мальчиков и девочек; # — достоверность различий между показателями в покое и во время ортостаза

Отношение LF/HF, характеризующее симпато-парасимпатический баланс [27,30], использовано нами при разделении детей на три 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 и 4 приведены показатели временного и спектрального анализа ВРС у детей 9 лет с разным типом регуляции сердечного ритма.

Таблица 3

Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у учащихся 9 лет с разным типом автономной нервной регуляции в покое и во время ортостаза (M±m)

Группа	Период исследования	TP мс ²	VLF мс ²	LF мс ²	HF мс ²	LF п.п.	HF п.п.	LF/H F п.п.	VLF %	LF %	HF %
1	Покой	2903,8 ±583,2	1036,3 ±380,6	1087,5 ±183,7	780,0 ±146,7	58,1 ±2,3	41,8 ±2,3	1,469 ±0,170	33,0 ±4,4	38,8 ±2,8	29,0 ±2,7
	Ортостаз	2773,0 ±330,9	993,6 ±233,5	1170,3 ±144,8	609,3 ±81,4	65,2 ±3,5	34,7 ±3,5	2,165 ±0,368	33,8 ±4,4	42,4 ±2,7	23,6 ±3,1
2	Покой	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*
	Ортостаз	5265,6 ±602,6	1524,4 ±308,8	2450,0 ±182,7	1291,3± 314,6#	62,2 ±3,7 #	37,7 ±3,7 #	1,878 ±0,290 #	31,8 ±3,2 #	42,4 ±3,2#	25,7 ±2,7#
3	Покой	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
	Ортостаз	7728,2 ±691,4 #	2278,7 ±549,4 #	2572,7 ±356,4 #	2818,7 ±450,1	53,9 ±5,0 #	46,0 ±5,0 #	1,474 ±0,174 #	33,7 ±4,4 #	35,7 ±4,3 #	30,4 ±4,3 #

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

Таблица 4

Показатели временного анализа variability сердечного ритма у учащихся 9 лет с разным типом автономной нервной регуляции в покое и во время ортостаза ($M \pm m$)

Группа	Период исслед.	R-R min	R-R max	RRN N	SDNN	RMSSD	pNN50	CV	K _{30:15}
1	Покой	528,2 ±19,2	799,7 ±40,1	636,5 ±27,4	45,3 ±4,9	39,7 ±4,0	15,4 ±2,9	7,0 ±0,4	-----
	Ортостаз	464,7 ±9,5	763,6 ±31,2	562,4 ±9,0	42,0 ±2,2	31,4 ±2,0	8,4 ±0,8	9,6 ±1,1	0,085 ±0,028
2	Покой	554,5 ±26,7	971,4 ±48,4	739,2 ±40,4	73,4 ±9,2*	76,0 ±10,0*	42,5 ±5,6*	9,7 ±0,8*	-----
	Ортостаз	471,7 ±19,4	844,3 ±44,5	623,2 ±27,7	59,0 ±3,9	49,4 ±6,1	19,6 ±3,8	9,2 ±0,9	1,253* ±0,084
3	Покой	564,7 ±13,8	988,7 ±48,4	718,1 ±14,8	66,2 ±2,4*	78,8 ±7,7*	43,0 ±4,2*	9,1 ±0,6*	-----
	Ортостаз	441,5 ±29,6	1140,1 ±32,5	614,3 ±12,2	71,1 ±3,3	64,0 ±16,5	15,6 ±2,4	11,6 ±2,3	1,262 ±0,073

Примечание: см. табл.3

Дети 1-й группы (симпатотоники) характеризуются достоверно более низкой общей мощностью спектра в сравнении с детьми 2-ой (нормотоники) и 3-ей (парасимпатотоники) групп за счет более низкой мощности высокочастотного компонента variability ритма сердца (HF). Структура симпатико-парасимпатического воздействия на сердечный ритм симпатотоников характеризуется большим вкладом в регуляцию сердечного ритма центральных эрготропных и симпатических влияний в сравнении с детьми, у которых преобладают парасимпатические влияния. Показатели временного анализа variability сердечного ритма у детей-симпатотоников также характеризуются достоверно более низкими значениями SDNN, свидетельствующими о сниженной variability сердечного ритма и наиболее низкими значениями RMSSD, что говорит о низкой активности высокочастотных колебаний у детей с симпатотонией.

Реакция сердечного ритма на ортостатическую пробу у детей с исходной симпатикотонией характеризуется отсутствием достоверных изменений как низкочастотных так и высокочастотных колебаний, сравнительно более низкими значениями индекса K_{30:15} (0.085±0.028), незначительным снижением показателей RRNN, SDNN и RMSSD, наряду со значительным уменьшением pNN50,

что свидетельствует о неадекватной реакции на ортопробу и весьма низких адаптационных возможностях у детей данной группы [12].

У детей с номотоническим (2-я группа) и ваготоническим (3-я группа) типами автономной нервной регуляции, напротив, отмечена адекватная реакция сердечного ритма на пробу с ортостазом, которая сопровождалась снижением высокочастотных компонентов, наряду с увеличением спектра низкочастотных колебаний сердечного ритма (табл. 3), а также оптимальным снижением показателей временных параметров variability ритма сердца, характеризующих парасимпатическую активность (табл. 4).

Таким образом, состояние симпато-парасимпатического баланса АНС во многом определяет адаптационные возможности ребенка. Дети с преобладанием симпатотонических нервных влияний на ритм сердца характеризуются относительно сниженными адаптационными возможностями организма.

Проведенный анализ ЭКГ показал, что абсолютные значения большинства показателей ЭКГ обследованных детей в целом соответствуют возрастным нормативам, представленным в литературе [13, 16, 18]. Данные о длительности интервалов и амплитуде зубцов ЭКГ представлены в табл. 5, 6.

Таблица 5

Временные характеристики основных зубцов и интервалов ЭКГ детей 9-летнего возраста в покое и при нагрузке ($M \pm m$)

Показатели								
Пол	Период исслед.	R-R, с	P-Q, с	QRS, с	QT, с	P, с	Q, с	R, с
М	покой	0,746±	0,134±	0,094±	0,368±	0,099±	0,016±	0,051±
		0,0521	0,0044	0,0014	0,0174	0,0023	0,0029	0,0052
М	нагрузка	0,689±*	0,127±*	0,092±	0,346±*	0,098±	0,016±	0,046±
		0,0471	0,0033	0,0013	0,0175	0,0014	0,0029	0,0046
Д	покой	0,797±	0,129±	0,092±	0,381±	0,097±	0,016±	0,052±
		0,0521	0,0044	0,0014	0,0174	0,0023	0,0029	0,0052
Д	нагрузка	0,728±*	0,128±	0,091±	0,354±*	0,098±	0,016±	0,049±
		0,0471	0,0033	0,0013	0,0175	0,0014	0,0029	0,0046

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

Индивидуальный анализ электрокардиограмм 9-летних детей позволил выявить ряд особенностей, характеризующих ЭКГ детей данного возраста в ходе нагрузочной пробы динамического характера.

Под влиянием динамической нагрузки у детей 9 лет наблюдались следующие изменения амплитуды зубцов Т и R (по данным II стандартного отведения): амплитуда зубца Т у мальчиков повышалась в 35% случаев, снижалась – в 65% случаев; у девочек – в 11% случаев повышалась, в 89% – снижалась; амплитуда зубца R у мальчиков повышалась в 22% случаев, в 78% случаев – снижалась; у девочек в 22% случаев – повышалась, в 78% случаев – снижалась. В целом по группе в ответ на динамическую нагрузку наблюдается уменьшение амплитуды

зубца R во II стандартном отведении и грудных отведениях V5 (достоверно только у мальчиков) и V6 (достоверно у мальчиков и девочек) и достоверное уменьшение зубца T во II стандартном отведении и грудных отведениях V5-V6. Выявленные изменения возбудимости миокарда в ответ на физическую нагрузку обусловлены особенностями морфофункционального созревания сердечной мышцы, а также особенностями регуляторных влияний на миокард со стороны автономной нервной системы в данном возрасте.

Также под влиянием физической нагрузки динамического характера отмечено достоверное уменьшение длительности сердечного цикла, предсердно-желудочковой проводимости и электрической систолы. Данные изменения в ответ на нагрузку свидетельствует об усилении влияний на миокард со стороны симпатического отдела автономной нервной системы.

Таблица 6

*Амплитудные характеристики основных зубцов ЭКГ
детей 9-летнего возраста в покое и при нагрузке (M±m)*

Пол	Период исслед.	Отведе- ние	Показатели				
			P, мм	Q, мм	R, мм	S, мм	T, мм
М	покой	II	1,138 ±0,066	-0,376 ±0,062	11,569 ±0,517	-1,069 ±0,185	4,053 ±0,174
		V1	0,582 ±0,066	0	6,031 ±0,446	-12,046 ±0,763	-0,161 ±0,274
		V2	0,584 ±0,053	0	8,084 ±0,554	-13,161 ±1,021	2,869 ±0,363
		V3	0,583 ±0,035	0	8,684 ±0,703	-11,576 ±0,769	3,823 ±0,329
		V4	0,592 ±0,032	-0,269 ±0,112	12,530 ±0,749	-7,753 ±0,597	5,453 ±0,266
		V5	0,594 ±0,028	-0,515 ±0,116	12,415 ±0,573	-4,002 ±0,346	5,130 ±0,185
		V6	0,553 ±0,046	-0,630 ±0,148	10,715 ±0,446	-2,146 ±0,128	4,384 ±0,229
	Нагруз- ка	II	1,269 ±0,071	-0,392 ±0,062	11,246 ±0,518	-1,338 ±0,190	3,507* ±0,171
		V1	0,569 ±0,069	0	5,284 ±0,408	-11,292 ±0,753	-0,846 ±0,280
		V2	0,600 ±0,032	0	8,138 ±0,579	-15,569 ±1,042	2,700 ±0,419
		V3	0,507 ±0,035	0	8,730 ±0,676	-13,415 ±0,967	4,169 ±0,356
		V4	0,476 ±0,029	-0,176 ±0,102	10,211* ±0,847	-8,284 ±0,643	5,076 ±0,279

		V5	0,492 ±0,031	-0,553 ±0,123	10,269* ±0,692	-3,453 ±0,311	4,215* ±0,230
		V6	0,469 ±0,036	-0,676 ±0,102	8,592* ±0,450	-1,376* ±0,199	3,230* ±0,220
Д	покой	II	1,102 ±0,066	-0,246 ±0,062	8,661 ±0,517	-1,200 ±0,185	3,884 ±0,174
		V1	0,507 ±0,066	0	4,309 ±0,446	-8,484 ±0,763	-0,792 ±0,274
		V2	0,661 ±0,053	0	7,153 ±0,554	-11,823 ±1,021	2,661 ±0,363
		V3	0,653 ±0,035	0	7,909 ±0,703	-10,738 ±0,769	3,515 ±0,329
		V4	0,607 ±0,032	-0,169 ±0,112	11,761 ±0,749	-5,576 ±0,597	4,930 ±0,266
		V5	0,561 ±0,028	-0,500 ±0,116	11,930 ±0,573	-2,469 ±0,346	4,884 ±0,185
		V6	0,530 ±0,046	-0,592 ±0,148	10,261 ±0,446	-1,615 ±0,128	4,023 ±0,229
		II	1,284 ±0,071	-0,2692 ±0,062	8,238 ±0,518	-1,530 ±0,190	3,230* ±0,171
	Нагруз- ка	V1	0,584 ±0,069	0	4,715 ±0,408	-9,830 ±0,753	-0,907 ±0,280
		V2	0,607 ±0,032	0	7,607 ±0,579	-16,384* ±1,042	2,861 ±0,419
		V3	0,653 ±0,035	0	8,384 ±0,676	-11,061 ±0,967	3,838 ±0,356
		V4	0,576 ±0,029	-0,200 ±0,102	10,838 ±0,847	-5,276 ±0,643	5,176 ±0,279
		V5	0,569 ±0,031	-0,546 ±0,123	10,469 ±0,692	-1,869 ±0,311	4,023* ±0,230
		V6	0,476 ±0,036	-0,623 ±0,102	8,307* ±0,450	-0,707* ±0,199	2,907* ±0,220

Примечания: * – достоверность различий по сравнению с покоем.

В исследовании была также изучена частота встречаемости некоторых функциональных изменений ЭКГ у детей 9 лет. У значительной части детей наблюдались различные нарушения хронотропной функции миокарда. Синусовая аритмия отмечалась у 35% детей обоего пола. Синусовая тахикардия была отмечена 21% мальчиков и 14% девочек. Нарушения внутрижелудочковой проводимости регистрировались у 7% мальчиков и 14% девочек. Нарушения процессов реполяризации миокарда наблюдались у 12% детей.

Следовательно, наиболее частыми в данном возрасте являются различные нарушения хронотропной функции миокарда. Высокая распространенность раз-

личных функциональных нарушений сердечного ритма является одной из отличительных особенностей хронотропной функции сердца в детском возрасте и отмечается в исследованиях большого числа авторов [8 – 10].

Нарушения сердечного ритма могут быть связаны с процессами формирования механизмов вегетативной регуляции сердца. В частности, тахикардия на данном этапе онтогенеза возможно обусловлена положительным хронотропным эффектом со стороны симпатических нервов.

Функциональные изменения миокарда, такие как нарушения внутрижелудочковой проводимости, нарушения процессов реполяризации миокарда связаны, вероятно, с морфологическим и функциональным созреванием сердечной мышцы на данном этапе онтогенеза, а также с гетерохронностью процессов роста и развития сердца.

При изучении **реакции сократительной функции миокарда** на физическую динамическую нагрузку было показано, что у детей 9 лет происходят существенные перестройки фазовой структуры сердечного цикла (таблица 7).

Таблица 7

Изменение длительности фаз сердечного цикла при физической динамической нагрузке у детей 9 лет ($M \pm m$)

ПАРАМЕТРЫ									
Период исслед.	R– R, мс	ФАС, мс	ФИС, мс	T, мс	E, мс	Sm, мс	So, мс	Sэ, мс	Д, мс
Исход. сост-е	769.3± 15.4	47.3± 0.88	31.1± 0.88	78.6± 1.29	241± 4.33	272.5± 4.39	319.5± 4.62	332.4± 4.69	448± 22.6
Конец нагрузки	746.7± 17.6*	46.6± 0.79	27.4± 0.86*	74.0± 1.10*	244.4± 4.6	271.7± 4.43	318.6± 4.81	328.0± 4.44	427.7± 20.1

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

Анализ результатов показал, что динамическая физическая нагрузка у детей 9 лет вызывает существенное снижение длительности сердечного цикла, продолжительности периода напряжения и фазы изометрического сокращения миокарда. По данным В.Л. Карпмана с соавт. [8] как только начинается инотропная стимуляция миокарда, длительность фазы изометрического сокращения укорачивается.

Помимо этого у детей данного возраста в ответ на физическую динамическую нагрузку отмечено достоверное увеличение внутрисистолического показателя ($t=2.47$) и снижение индекса напряжения миокарда ($t=2.2$).

Основным механизмом уменьшения длительности сердечного цикла при физической работе считают сочетанное снижение тонуса блуждающих нервов и увеличение симпатических влияний на сердце.

Отмеченное достоверное снижение длительности сердечного цикла, происходящее за счет уменьшения продолжительности периода напряжения без существенного изменения времени диастолы, свидетельствует о благоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, поскольку период расслабления является одним из ведущих факторов саморегуляции сокращения миокарда и восстановления энергетических запасов в мышечных клетках. Выяв-

ленное уменьшение продолжительности сердечного цикла без существенного изменения времени диастолы не нарушает процесса восстановления энергетических ресурсов миокарда и обуславливает эффективность последующей систолы [11,19].

Повышение внутрисистолического показателя и уменьшение индекса напряжения миокарда на физическую динамическую нагрузку свидетельствует об увеличении эффективности сокращения миокарда.

По характеру изменений продолжительности отдельных фаз при различных нагрузках В.Л. Карпманом [7] было выделено пять фазовых синдромов, при этом для физиологии основное значение имеют два из них – синдром гиподинамии и гипердинамии миокарда. Фазовый синдром гиподинамии характеризуется удлинением фазы изоволюмического сокращения, укорочением периода изгнания, а иногда и механической систолы, уменьшением внутрисистолического показателя и увеличением индекса напряжения миокарда. Синдром гиподинамии может иметь место в следующих случаях: при недостаточном наполнении кровью левого желудочка; при пробе Вальсальвы; при ортостатической пробе; у спортсменов (регулируемая гиподинамия). Фазовый синдром гипердинамии характеризуется укорочением фазы изометрического сокращения, периода изгнания и механической систолы. У здоровых людей этот синдром имеет место при повышенной физической или психической нагрузке.

В настоящем исследовании при индивидуальном анализе было установлено, что у 23% детей на физическую динамическую нагрузку отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, который проявлялся в укорочении фазы изометрического сокращения, снижении времени изгнания крови и механической систолы.

У 15% детей отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда, т.е. удлинение периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения, снижение времени изгнания крови и механической систолы, а также увеличение индекса напряжения миокарда. У остальных детей фазовый синдром на нагрузку не определен, изменения показателей структуры сердечного цикла носили разнонаправленный характер.

Предполагается, что гипердинамический синдром перестройки сократительной функции миокарда является результатом повышенной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, а гиподинамический – парасимпатического отдела [11, 15, 20]. Гипердинамический тип реакции является, по мнению ряда авторов, более благоприятным и свидетельствует о хороших функциональных резервах сердца [6, 7].

Для характеристики **функционального состояния мозгового кровообращения** детей 9 лет использована умственная нагрузка (счет в уме). Проведенный индивидуальный анализ изменений показателя АЧП при умственной нагрузке позволил разделить детей 9 лет на следующие группы. Группа 1 характеризовалась увеличением АЧП в бифронтальном и биокципитальном отведениях (40% испытуемых); группа 2А – увеличением АЧП в бифронтальном отведении (11% испытуемых); группа 2Б – увеличением АЧП в биокципитальном отведении (13% испытуемых); группа 3 – снижением АЧП в бифронтальном и биокципитальном отведениях (36% испытуемых).

При устном счете (таб.8) у испытуемых группы 1 отмечено достоверное увеличение АЧП, Аарт, а также снижение а/Т в бифронтальном и биокципитальном отведениях РЭГ. В ответ на нагрузку у испытуемых группы 2А наблюдалось до-

стоверное увеличение АЧП и снижение а/Г в бифронтальном отведении; у детей группы 2Б происходило достоверное увеличение АЧП и снижение а/Г в биокципитальном отведении. У детей группы 3 при устном счете отмечено уменьшение величин АЧП, Аарт и повышение значений а/Г во всех отведениях РЭГ.

Таблица 8

Результаты индивидуального анализа показателей кровообращения головного мозга при умственной нагрузке у детей 9 лет ($M \pm m$)

Группа	Период исследования	Показатели							
		АЧП, у.е.		di, %		а/Г, %		А арт, Ом	
		FF ₁	ОО ₁	FF ₁	ОО ₁	FF ₁	ОО ₁	FF ₁	ОО ₁
1	И.С.	3,6± 0,15	3,2± 0,12	64,7± 3,16	63,1± 2,14	25,0± 0,97	25,3± 1,02	0,208± 0,014	0,199± 0,011
	У.Н.	4,4± 0,11*	3,9± 0,12*	52,3± 2,24*	51,4± 2,57*	18,6± 1,35*	20,6± 0,82*	0,220± 0,011*	0,215± 0,012*
2А	И.С.	3,1± 0,17	3,4± 0,16	65,2± 2,16	61,6± 3,11	25,8± 0,82	25,9± 1,79	0,210± 0,010	0,198± 0,014
	У.Н.	4,0± 0,12*	3,0± 0,22	52,4± 2,32*	51,2± 2,11*	20,2± 0,73*	24,2± 1,98	0,208± 0,008	0,197± 0,014
2Б	И.С.	3,4± 0,14	3,1± 0,11	64,6± 2,50	63,5± 2,10	25,1± 0,78	25,5± 0,71	0,211± 0,011	0,194± 0,013
	У.Н.	3,6± 0,18	3,6± 0,14*	52,2± 2,42*	53,2± 2,26*	24,8± 0,69	20,5± 0,74*	0,210± 0,010	0,198± 0,009
3	И.С.	3,6± 0,14	3,3± 0,12	66,1± 1,67	65,4± 2,11	25,3± 0,83	25,6± 0,86	0,214± 0,008	0,209± 0,009
	У.Н.	2,4± 0,17*	2,5± 0,11*	58,0± 1,65*	58,0± 2,15*	26,9± 0,88*	26,8± 1,02*	0,188± 0,008*	0,187± 0,007*

Примечания: И.С. – исходное состояние; У.Н. – умственная нагрузка; * – достоверные различия показателей по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,05$); FF₁ – бифронтальное отведение РЭГ; ОО₁ – биокципитальное отведение РЭГ

Таким образом, проведенное исследование показало, что у детей 9 лет умственная нагрузка вызывала 2 варианта реакции мозгового кровообращения. Первый вариант характеризовался существенным увеличением артериального притока, снижением тонуса мозговых артерий крупного и среднего калибра в лобных и затылочных областях головного мозга или же в одной из изученных областей. Выявленные изменения кровообращения головного мозга у детей 9 лет согласуются с результатами исследований у детей младшего школьного возраста, показавших возрастание пульсового кровенаполнения, объемного мозгового кровотока и снижение тонического напряжения церебральных артерий при различных видах умственной деятельности [2, 20]. Следовательно, у детей с первым вариантом реакции срочная адаптация к умственной нагрузке не сопровождается выраженным напряжением механизмов регуляции мозгового кровообращения и носит благоприятный характер.

Второй вариант реакции отличался снижением артериального притока, повышением тонуса крупных и средних мозговых артерий в лобных и затылочных областях головного мозга. Необходимо отметить, что у испытуемых этой группы

в то же время отмечалось существенное увеличение САД, ДАД и ЧСС, что указывает на значительные изменения со стороны центральной гемодинамики и согласуется с данными экспериментальных исследований, проведенных на детях дошкольного и школьного возраста при умственной деятельности [4, 6, 21].

Следовательно, отмеченное снижение артериального притока и повышение тонуса церебральных артерий крупного и среднего калибра можно характеризовать как проявление реакции ауторегуляции мозгового кровообращения, обусловленные изменениями параметров центральной гемодинамики [14, 23, 24]. Выявленные изменения указывают на весьма напряженный характер адаптации мозгового кровообращения к умственной нагрузке, по-видимому, обусловленный значительным эмоциональным напряжением испытуемых [17].

Умственная нагрузка вызывала у всех испытуемых 9 лет достоверное снижение величин дикротического индекса (табл. 8). Следовательно, у испытуемых 9 лет краткосрочная адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке характеризовалась существенным снижением тонуса мозговых артерий малого калибра, что соответствует результатам изучения мозгового кровообращения у детей дошкольного и младшего школьного возраста при различных видах умственной деятельности [2,4]. Результаты нашего исследования согласуются с данными комплексных электро- и реоэнцефалографических исследований при различных видах умственной деятельности у испытуемых детей и взрослых, показавших, что повышение функциональной активности отдельных областей головного мозга сопровождается развитием регионарной функциональной гиперемии [20, 28].

Таким образом, выявленное у детей 9 лет снижение тонического напряжения церебральных артерий малого калибра является проявлением ауторегуляции мозгового кровотока, направленной на поддержание адекватного кровоснабжения нервной ткани при повышении ее функциональной активности во время умственной деятельности.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены половые отличия в структуре variability сердечного ритма у детей 9 лет, проявляющиеся более высокой общей мощностью спектра ВРСи преобладанием высокочастотных влияний на сердечный ритм у девочек в сравнении с мальчиками того же возраста.

2. На основании результатов, полученных в ходе ортостатического воздействия с анализом переходного периода и волновой структуры variability сердечного ритма, выявлены дети с «адекватной» (оптимальные изменения частотных компонентов), «сниженной» и «неадекватной» (избыточная реактивность) реакцией ВРС. У детей с преобладанием симпатической активности в регуляции СР наиболее часто отмечалась неадекватная реакция на ортостаз. У мальчиков 9 лет по сравнению с девочками чаще встречается сниженная реакция на ортопробу. Более высокие адаптационные возможности организма выявлены у девочек, а также у испытуемых детей с преобладанием парасимпатических влияний на СР.

3. Срочная адаптация функции миокарда к физической динамической нагрузке характеризовалась уменьшением продолжительности электрической систолы и

предсердно-желудочковой проводимости, снижением амплитуды зубцов Т и R во II стандартном и левых грудных отведениях, а также существенной перестройкой фазовой структуры сердечного цикла. Выявлено снижение длительности сердечного цикла за счет уменьшения продолжительности периода напряжения и составляющей его фазы изометрического сокращения; увеличение внутрисистолического показателя и снижение индекса напряжения миокарда, что свидетельствует о благоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку. У 23% детей отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, у 15% детей – синдром гиподинамии миокарда.

4. Срочная адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке у детей 9 лет протекала по двум вариантам. Первый вариант характеризовался существенным увеличением артериального притока, снижением тонуса мозговых артерий в лобных и затылочных областях головного мозга или же в одной из них и не сопровождался напряжением механизмов регуляции мозгового кровообращения. Второй вариант реакции отличался снижением артериального притока и повышением тонуса крупных и средних мозговых артерий в лобных и затылочных областях головного мозга, что указывает на напряженный характер адаптации мозгового кровообращения к умственной нагрузке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Баевский Р.М., Иванов Г.Г. // <http://koi.Ecg.ru/books>

2. Безобразова В.Н., Догадкина С.Б., Пономарева Т.А. Возрастное развитие периферического отдела сердечно-сосудистой системы // Физиология развития ребёнка: руководство по возрастной физиологии/ Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М., Воронеж: МПСИ, 2010. – 767 с.

3. Берсенева И.А. Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе: автореф. дис. канд. биол. наук. – 2000. – 17 с.

4. Зиненко Е.С. Срочная адаптация центральной гемодинамики и кровообращения головного мозга детей дошкольного возраста к умственной нагрузке: автореф. дис... канд. биол. Наук. – М., 2010. – 19 с

5. Игишева, Л.Н. Возрастные индивидуально-типологические особенности вариабельности ритма сердца у детей и подростков /Л.Н. Игишева, А.Р. Галеев, Е.А. Анисова // Вестник аритмологии. – 2000. – №18. – С.86.

6. Индивидуальные особенности развития системы кровообращения школьников / Под ред. И.О. Тупицына. – М, 1995. – 64 с.

7. Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. – М: Медицина, 1965. – 159 с.

8. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г. Кардио-гемодинамика при физических нагрузках минимальной мощности // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов: сб. посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. – М., 1994. – С. 42-46

9. Кубергер М.Б. Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста. – М.: Медицина, 1983. – 368 с.
10. Макаров Л.М., Кондрыкинский Е.Л., Мягков И.Ф. Сердцебиение у детей: клиническая характеристика, тактика обследования и лечения // Педиатрия. – №2. – 2005. – С. 4-8.
11. Меерсон Ф.З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность. – М.: Наука, 1975. – 263 с.
12. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново: Иван. Гос. Мед. академия, 2002. – 290 с.
13. Мурашко Е.В. Стандартная электрокардиография в педиатрической практике // Лечащий врач. – 2005. – N 1. – С. 52-57.
14. Мchedlishvili Г.И. Регуляция мозгового кровообращения. – Тбилиси: «Мецниереба», 1980. – 158 с.
15. Прокофьева В.Н., Кузнецов В.И., Кореневская А.А. Зависимость продолжительности фаз и периодов сердечного цикла у спортсменов от направленности тренировочного процесса // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, №6. – С. 71-78.
16. Рублева Л.В. Развитие основных функций миокарда детей 7-15 лет, проживающих в различных экологических условиях: дисс. канд. биол. наук. – М., 1999. – 188 с.
17. Соколов Е.Н., Подочин, Е.В. Белова Е.В. Эмоциональное напряжение и реакции сердечно-сосудистой системы. – М.: Наука, 1980. – 190 с
18. Справочник педиатра-кардиоревматолога / Под ред. Р.Э. Мазо. – Минск: Наука и техника, 1982. – 342 с.
19. Трегубова М.В. Особенности сократительной деятельности сердца дзюдоистов 16 – 20 лет массовых разрядов при различной интенсивности физических нагрузок: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2008. – 22 с.
20. Тупицын И.О., Князева М.Г. Характеристика сердечно-сосудистой системы // Физиология подростка / Под ред. Д.А. Фарбер. – М.: Педагогика, 1988. – С. 108-125.
21. Шарапов А.Н., Безобразова В.Н., Зиненко Е.С., Кмить Г.В. Срочная адаптация сердечно-сосудистой системы детей 5-7 лет к умственной нагрузке // Физиология человека, 2010. – Т. 36, № 3. – С. 74-81.
22. Яруллин Х.Х. Клиническая реоэнцефалография. М.: Медицина, 1983 – 217 с.
23. Aaslid R., Lash S.R., Bardy G.H., et al. Dynamic pressure – flow velocity relationships in the human cerebral circulation // Stroke, 2003. – Vol. 34. – P. 326-341.
24. Hamner J.W. Michael A.C., Seiji M. Spectral indices of human cerebral blood flow control: responses to augmented blood pressure oscillations // J. Physiol. – 2004. – Vol. 559. – P. 965-973.
25. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. – 93. – P. 1043-1065.
26. 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.

27. 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.
28. Tolonen U., Sulg I.A. Comparison of quantitative EEG parameters from four different analysis techniques in evaluation of relationships between EEG and CBF in brain infarction // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. – 1981. – Vol. 51. – P. 177-185.
29. Topcu B Akalin The autonomic nervous system dysregulation in response to orthostatic stress in children with neurocardiogenic syncope. // Cardiol Young. – 2010. – V.20(2). – P. 165-72.
30. 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, 167, № 3, 2003. – P. 546-548.

СОСТОЯНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ 9 ЛЕТ

Е.В. Соколов¹, И.П. Самбурова
Учреждение Российской Академии Образования
«Институт возрастной физиологии»

Провели исследование функциональных показателей внешнего дыхания у 24 детей из школы в Москве. Был использован диагностический комплекс для изучения функции дыхания. Исследованы: жизненная емкость легких и биомеханические параметры дыхательной системы. В эксперименте участвовали дети 9 лет.

Ключевые слова: дети, дыхательная система, биомеханика

Condition of biomechanical parameters of respiratory system in 9-year-old children. *The study of functional parameters of external breathing in 24 pupils from Moscow schools was held. The diagnostic complex for the study of breathing functions was used. There were studied: vital capacity of lungs and biomechanical parameters of respiratory system. The subjects were 9-year-old children.*

Key words: children, respiratory system, biomechanics

Большое беспокойство вызывает тот факт, что с каждым годом возрастает число детей, часто болеющих острыми респираторно-вирусными заболеваниями (ОРВЗ). Эти дети заслуживают особого внимания, так как частые респираторные инфекции могут обусловить срыв основных адаптационных механизмов, привести к значительным нарушениям функционального состояния организма и способствовать раннему развитию хронической патологии) [2].

У ряда детей и подростков при отсутствии какого-либо заболевания могут выявляться функциональные отклонения. Причины формирования данных отклонений разные: быстрый темп роста и развития в определенные возрастные периоды, что приводит к несоответствию структуры и функции органов и систем, воздействие несоответствующих возможностям детей и подростков больших учебных, спортивных нагрузок, неблагоприятные семейно-бытовые условия и др. [4].

Наблюдающиеся в последние годы тенденции к росту отставаний и отклонений в функциональном развитии организма школьников являются стимулом к поиску причин их возникновения и возможных средств профилактики [1, 3].

Одним из направлений исследований функционального состояния системы дыхания на разных этапах онтогенеза детей школьного возраста является изучение взаимозависимости развития легких и физического развития.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Функциональные показатели дыхательной системы исследовали у школьников младших классов общеобразовательной школы г. Москвы. Для определения возрастно-половых показателей все школьники были распределены на следующие группы: дети в возрасте 8 лет и 9 лет. Обследованные дети не имели острых и

Контакты:¹ Соколов Е.В., E-mail: evgesok@mail.ru

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 (РиД-124) для исследования функции внешнего дыхания. Проводились исследования: ЖЕЛ – жизненная емкость легких (л); ФЖЕЛ – объем форсированного выдоха жизненной емкости легких (л); ФЖЕЛ-ЖЕЛ – показатель, характеризующий проходимость дыхательных путей (л); ИТ – индекс Тиффно (ОФВ₁:ЖЕЛ, в %); МВЛ – максимальная вентиляция легких (л*мин); ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за 1 с (л); ПОС – пиковая объемная скорость выдоха (л/с); МОС₂₅ – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 25% ФЖЕЛ (л/с); МОС₅₀ – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 50% ФЖЕЛ (л/с); МОС₇₅ – максимальная объемная скорость потока на уровне выдоха 75 % ФЖЕЛ (л/с).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях относительного покоя архитектура дыхательного цикла (временные, амплитудные характеристики и расчетные коэффициенты) у большинства обследованных школьников характеризуется высокой вариативностью, что связано с наблюдаемыми индивидуальными особенностями дыхания испытуемых.

В результате проведенного исследования выявлено увеличение ЖЕЛ прямо пропорционально возрасту детей: к 9 годам увеличение составило 13,8% ($p \leq 0,05$). Максимальные и резервные возможности системы дыхания у 9-и летних детей достоверно выше ($p \leq 0,05$), чем у 8-и летних (МВЛ на 26,4% и РД на 26,2% соответственно). С 8 до 9 лет объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) увеличивается на 0,23 л ($p \leq 0,05$), что указывает на увеличение силы дыхательных мышц и повышение проходимости дыхательных путей к 9 годам. Не смотря на значительный (16,7%) прирост показателя, фактические показатели ОФВ₁ оказались сниженными до 85,0% относительно должных значений /по Р.Ф.Клементу (1994)/. Согласно градации, разработанной данным автором, такие значения ОФВ₁ можно расценивать как условную норму и очень легкие отклонения. Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) к 9 годам увеличивается на 9,4% относительно значений у 8-летних детей, но составляет 84,7% от должной величины.

Фактические значения индекса Тиффно, характеризующего состояние бронхиальной проходимости, у обследованных школьников 8 – 9 лет практически не изменились (3,3%) и колебались в пределах 91,75% от должных. Что должно свидетельствовать об отсутствии нарушений проходимости дыхательных путей.

Показатель ФЖЕЛ-ЖЕЛ у 8-ти летних детей был положительным во всех группах (средняя для возраста $0,4 \pm 0,05$ л). Это характеризует, в целом, отсутствие обструктивных изменений дыхательных путей у обследованных мальчиков и девочек данного возраста. У детей 9-ти лет этот показатель имеет отрицательное значение у 79,2 % детей и положительное значение у 20,8 %. Что может свидетельствовать об умеренно выраженных обструктивных изменениях дыхательных путей.

Величина жизненной емкости легких в группе часто болеющих ОРВЗ 9-летних школьников у 77% относится к среднему уровню функционального разви-

тия, 23 % – к ниже среднему. То есть функция внешнего дыхания этих детей соответствует необходимым требованиям для нормальной вентиляции, однако это достигается компенсаторным, но не экономичным, напряжением работы аппарата вентиляции.

Уменьшение просвета бронхиального дерева, проявляющееся ограничением воздушного потока – наиболее важное функциональное проявление легочных заболеваний. Основным критерием, позволяющим говорить, что имеется ограничение воздушного потока (бронхиальная обструкция), является снижение объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ1) до уровня, составляющего менее 70% от должных величин. В нашем обследовании только 23% 9-летних ЧБ ОРВЗ школьников имели легкие нарушения бронхиальной проходимости, у 77% бронхиальная проходимость относилась к градации нормы. Показатель индекса Тифф-но (ОФВ1/ЖЕЛ в %) в 33% можно отнести к средним значениям уровня функционирования бронхиальной проходимости, 22% – к нижесредним, и 45% – к выше-средним.

О проходимости центральных дыхательных путей можно судить по значениям ПОС, МОС₂₅. К 9-летнему возрасту в среднем отмечается прирост ПОС (на 17,4%). МОС₂₅ возрастает к 9 годам на 19,4%. Эти данные характеризуют продолжение роста объемов легких и их вентиляции к 9 годам (ОД увеличивается на 32,2%, МОД – на 27,5%). Фактические значения этого показателя в 9 лет на 17,4% ниже должных величин, что можно расценивать как условную норму и очень легкое снижение показателей. МОС₅₀ и МОС₇₅, определяющие проходимость периферических дыхательных путей, изменяются, подчиняясь тем же закономерностям. Средние значения по группе увеличиваются к 9 годам (на 19,1% МОС₅₀ и 14,9% МОС₇₅).

При заболеваниях легких респираторные мышцы, для преодоления не эластического сопротивления, работают с повышенной нагрузкой. Это является причиной утомления и слабости дыхательной мускулатуры, в том числе и диафрагмы. Дети с часто повторяющимися заболеваниями органов дыхания, в отличие от не болеющих учащихся, отличаются гипервентиляционным синдромом: дыхание у них частое и поверхностное, выдох ослаблен.

В сравнении с показателями функции внешнего дыхания здоровых 9-летних школьников у 55% часто болеющих школьников МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅ относятся к среднему уровню развития. У 22-33% обследуемых величины МОС₂₅, МОС₅₀ и МОС₇₅ ниже средних, и около 25% детей имеют высокие значения этих показателей. Это можно расценивать как очень легкое снижение показателей (Р.Ф.Клемент, 1994). Но в основном характеристики проходимости периферических дыхательных путей у ЧБ ОРВЗ детей, сходны с параметрами не болеющих.

В условиях покоя и дыхания атмосферным воздухом функциональные показатели обследованных детей соответствуют возрастным нормативам.

Относительная максимальная вентиляция легких (МВЛ на кг) у девочек не ниже чем у мальчиков. Однако резерв дыхания у них меньше (31,93 л/мин у девочек и 40,3 л/мин у мальчиков соответственно), ниже и резервные возможности вентиляции (%РД от МВЛ: 78,7% и 83,1% соответственно).

На фоне практически одинаковой длины и массы тела, одинакового артериального давления (САД и ДАД) у детей выявлено, что ЖЕЛ 9-летних девочек составила $1,84 \pm 0,08$ л, 9-летних мальчиков – $1,97 \pm 0,07$ л., что свидетельствует об

относительно равной степени растяжения легких. ФЖЕЛ у девочек 9 лет составляет $1,7 \pm 0,11$ л, у мальчиков этого возраста значение показателя равно $1,8 \pm 0,12$ л. Фактические значения ФЖЕЛ и у девочек, и у мальчиков практически не превышают 84,8% от должных величин этого возраста, что свидетельствует о недостаточном функциональном развитии дыхательной системы обследованных детей.

В 9 лет у обследованных девочек показатель ОФВ₁ колеблется от 0,92 до 2,63 л ($1,63 \pm 0,07$ л). У мальчиков колебания показателя меньше – от 0,92 до 2,36 л, а средняя величина выше, чем у девочек ($1,77 \pm 0,07$ л). Это, косвенно, указывает на то, что у девочек данного возраста сила дыхательных мышц не ниже, а бронхиальное сопротивление выше, чем у мальчиков. Согласно градации, разработанной данным автором [Р.Ф. Клемент, 1994], не все значения ОФВ₁ можно характеризовать как норму или даже условную норму. Фактические величины индекса Тиффно у обследованных детей колебались в пределах 42,2 – 100% у девочек и 78,4-100%, что должно свидетельствовать о «лучшей» проходимости дыхательных путей у мальчиков, что подтверждают и средние значения этого показателя ($88,9 \pm 2,5\%$ и $92,0 \pm 1,2\%$ у девочек и мальчиков соответственно).

Динамика всех без исключения показателей проходимости дыхательных путей в обеих группах одинакова, но в группе мальчиков все показатели «тенденциозно» выше, что определяет «худшую» проходимость дыхательных путей у девочек. Разница в проходимости бронхов у детей 9 лет на уровне 75% ЖЕЛ (МОС75) по средним значениям достигает 7,6%. Показатель пиковой объемной скорости (ПОС), характеризующий как проходимость всего бронхиального дерева, так и силу дыхательных мышц у мальчиков всего на 4,4% раза выше, чем у девочек. МОС₂₅ у мальчиков выше на 4,9%. Время достижения ПОС увеличено у девочек в 1,5 раза, а объем выдохнутого в этот период воздуха больше по сравнению с мальчиками этого возраста всего в 1,04 раза. Поэтому говорить о половых различиях развития системы дыхания у детей 9 лет с большой долей вероятности пока нельзя.

Полученные значения индивидуально варьируют в широких пределах. Например, величина ОФВ₁ изменяется в отдельных случаях от 0,92 л до 2,63 л. Подобная динамика характерна и для других легочных объемов и емкостей (коэффициент вариации в отдельных случаях достигает 38,9-47,5%).

С учетом того, что некоторые рассмотренные показатели зависят от степени развития такого фактора биомеханики, как растяжимость легких и грудной клетки, а также определяются развитием дыхательной мускулатуры, то можно говорить о двигательной активности детей и об уровне их физического развития. Литературные данные свидетельствуют о том, что за последние годы исследования по оценке физического развития становятся предметом повышенного внимания педиатров, гигиенистов и представителей других медицинских специальностей, как важнейший инструмент первичного контроля за состоянием здоровья детей. При оценке уровня физического развития решающее значение имеет гармоничное сочетание основных антропометрических (точнее соматометрических) и функциональных признаков.

Анализ данных позволил установить, что количество детей со средним уровнем функционального развития отдельных параметров дыхания колеблется: от 26,9 – 60,8 % по значениям ОД, до 52,2%-84,0% по МВЛ/кг; 53,8-54,5% ФЖЕЛ,

43,5-69,2% МОС25-75 и ОПОС. Это достаточно правомерно, так как относительная величина минутного объема дыхания определяет адекватность функционирования системы на всех возрастных этапах, проходимость дыхательных путей обусловлена особенностью возрастного развития легких. Показатели МВЛ во многом зависят от развития таких факторов биомеханики дыхания как растяжимость легочной ткани и грудной клетки, а также развития дыхательных мышц, что во многом определяется двигательной активностью детей. Детей с низким уровнем физического развития было выявлено 4,2% у девочек и мальчиков, тогда как низкий уровень развития некоторой части функциональных показателей был отмечен у 2,7-11,5% детей.

При сравнении результатов соматометрических измерений детей 8 и 9 лет отмечено, что длина, масса и площадь поверхности тела учащихся к 9-ти годам достоверно увеличилась ($p < 0,05$). Уровни физического развития в нашем исследовании мы оценивали пользуясь общими сигмальными отклонениями. Данные распределения детей младшего школьного возраста по уровням развития соматометрических показателей соответствуют норме.

Данные, полученные при обследовании ЧБ ОРВЗ 9-летних школьников, свидетельствуют, что их физическое развитие оценивается в основном как гармоничное. Только у 22-33% ЧБ ОРВЗ детей отмечаются снижение значений по массе и длине тела, и у 33% – по площади поверхности тела.

Широкий разброс индивидуальных темпов развития приводит к тому, что календарный (паспортный) возраст и уровень морфофункционального развития (биологический возраст) могут довольно существенно расходиться. Знание типа конституции ребенка позволяет облегчить задачу диагностики состояния в случае его заметного отклонения от среднестатистических показателей для данного возраста. У многих 9-летних школьников, часто болеющих ОРВЗ, величины показателей функции внешнего дыхания, характеризующие биомеханику, резервные возможности легких, входят в градацию ниже средних и низких значений. Подобная особенность отражается на функционировании респираторной системы. Это свидетельствует об умеренно выраженных нарушениях проходимости воздухоносных путей, повышении бронхиального сопротивления, возможно частые острые респираторные заболевания влияют на силы сокращения дыхательной мускулатуры (больные дети склонны избегать физической нагрузки – или по рекомендации врачей после перенесенного заболевания, или в силу невозможности полноценного выполнения физических упражнений) – большинство из обследованных имеют астенический тип телосложения.

Анализ типов телосложений обследованных школьников показал, что большая часть здоровых обследованных детей 9 лет по индексу Рорера были отнесены к экто- и мезоморфному типам – по 41,7%; 16,7% – к эндоморфному. Обследованные нами ЧБ ОРВЗ дети 9 лет в большинстве являлись астениками (по индексу Пинье) – 89%. В соответствии с индексом Рорера, данная группа обследуемых по типу телосложения разделилась таким образом: 56% – к мезоморфному типу, 44% – к эктоморфному.

При анализе показателей дыхания относительно индекса Рорера у эктоморфов ЖЕЛ ниже, чем у детей с эндоморфным и мезоморфным типом телосложения, самый низкий жизненный показатель – ЖЕЛ/кг отмечен у детей с эндоморфным соматотипом. Самые высокие значения показателей проходимости дыхательных

путей (ОФВ₁, Тиффно, ПОС-МОС25, МОС50-75) также отмечены у детей с эндоморфным типом телосложения, самые низкие – у детей с мышечным типом. Объемные показатели вентиляции (ОД, МОД) имеют такую же динамику. Анализ показателей максимальной вентиляции легких (МВЛ), резерва дыхания (РД) показывает, что возможности системы дыхания у детей экто- и мезо- соматотипов примерно равны, у детей эндоморфного типа телосложения «резерв дыхания» оказался наибольшим.

Выявленная динамика показателей внешнего дыхания хорошо согласуется с показателями роста 9-ти летних детей: самые высокие – эндоморфы, самые низкие – мезоморфы. Этот факт подтверждает взаимосвязь показателей внешнего дыхания с длиной тела детей и подростков.

Следовательно достоверно выраженных различий показателей биомеханических параметров дыхания между обследованными типами телосложения не показано. Однако некоторая взаимосвязь между индивидуально-типологическими особенностями и большей частотой встречаемости уровней развития признака у обследованных детей 9-ти лет отмечена.

Таким образом, для обследованных детей 9 лет характерна значительная индивидуальная вариабельность легочных объемов и емкостей и некоторое не достоверное превалирование их значений у мальчиков.

Большинство показателей имеют значения в пределах нормы или условной нормы, все показатели вариабельны и после выполнения нагрузочного теста.

ОФВ₁, как и показатель пробы Тиффно (характеризующего в первую очередь состояние бронхиальной проходимости), у обследованных детей после нагрузки практически не изменились. Объемные скорости выдоха на уровне крупных, средних бронхов (МОС25-50) и ПОС, так же остались практически без изменений. Средняя скорость на уровне 75%ЖЕЛ увеличилась относительно покоя на 7,8%. Средняя изменяемая скорость (СОС) увеличилась после нагрузки на 2,9%, Все указанные изменения сопровождалась значительной вариативностью индивидуальных значений показателей (Коэффициент вариации возрастает до 53,9-59,9%).

Высоко значимым 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 9 лет, показал, что приспособленность вентиляционной системы к воздействию данной нагрузки достаточно стабильна. Небольшое снижение ЖЕЛ и повышение ФЖЕЛ свидетельствует об активации мышц, участвующих в активном выдохе и лучшей альвеолярной вентиляции при выполнении данной нагрузки.

Выполнение физической нагрузки детьми 9 лет, часто болеющими ОРВЗ, изменило уровень функционирования внешнего дыхания – динамика количественных характеристик респираторной системы была разнонаправлена – были выявлены незначительные повышения или снижения, но достоверных различий ни по одному из показателей получено не было.

Наблюдаемое снижение ЖЕЛ у некоторых 9-летних учащихся ЧБ ОРВЗ свидетельствует об утомлении дыхательных мышц при выполнении этих нагрузок, а

также свидетельствует о том, что данных детей можно отнести в группу со средней и ниже средней физической подготовленностью.

У 44% обследованных ЧБ ОРВЗ 9-летних школьников постнагрузочная ЖЕЛ-выд была ниже величины покоя, у 44% – повысилась, и у 12% существенно не изменилась. Что же касается ЖЕЛвд, то у 44% ее значения имели динамику к повышению, у 33% – к снижению, а у 23% – изменений не было. Эти данные свидетельствуют о том, что не у всех детей 9-ти летнего возраста наблюдается соответствие предложенной нагрузки адаптивным возможностям, у большинства школьников этого возраста нет стабильной адаптации к нагрузке.

После физической нагрузки среди детей 9 лет по показателям бронхиальной проходимости уменьшилось количество нормы, возросло число детей с условной нормой и легкими нарушениями. Увеличилось число детей с легкими и средними нарушениями биомеханических параметров дыхательной системы. Среди параметров вентиляции увеличилось количество условной нормы и легких нарушений. И в целом по дыхательной системе детей 9 лет отмечается отрицательная динамика в ответ на предложенную физическую нагрузку.

То есть реакция на данную нагрузку у них менее благоприятная, чем у детей 8 лет, адаптация к ней происходит с некоторым напряжением со стороны системы внешнего дыхания.

Измерение скоростных показателей второй половины ФЖЕЛ особенно важно при диагностике очень легких и легких нарушений проходимости дыхательных путей (НПДП), когда ОФВ1 еще может оставаться в пределах нормальных значений. Подобные нарушения (отклонения) при физических нагрузках возможны лишь на очень ранних, практически не диагностируемых этапах функционального изменения респираторной системы. В наших исследованиях отмечены варианты изменения: МОС25 повышалась в 40% случаев, после выполнения 9-летними ЧБ ОРВЗ школьниками физической нагрузки, в 50% имелось снижение скоростных показателей, и у 10% – величина показателя не изменилась. Величины МОС50 после нагрузки соответственно распределились таким образом: повышение имело место в 30%, снижение – в 50%, без изменений – в 20%; МОС75 – после физической нагрузки не изменилась в 80%, и по 10% – повысилась или снизилась.

Несмотря на то, что ПОС после выполнения ЧБ ОРВЗ школьниками физической нагрузки у 60% детей имеет тенденцию к снижению, а у 40% – повышается, значения Тпос повышаются или не изменяются у 70%, а у 30% было отмечено незначительное снижение. Таким образом, оптимальным вариантом адаптации дыхательных путей в процессе выполнения физической нагрузки является ее переносимость путем предупреждения обструкции дыхательных путей.

Выполнение нагрузки приводит к появлению вентиляционно-биомеханических нарушений у многих обследуемых детей. У 22% обследованных ЧБ ОРВЗ детей 9 лет, отмечен гипервентиляционный синдром, у 33% уровень функционирования системы вентиляции легких ниже среднего, и у 45% МОД относится к среднему уровню функционирования респираторной системы.

Эти данные свидетельствуют о «не соответствии» предложенной нагрузки адаптивным возможностям детей этого возраста.

А с учетом того, что некоторые рассмотренные показатели зависят от степени развития такого фактора биомеханики, как растяжимость легких и грудной клетки, а также определяются развитием дыхательной мускулатуры, то можно гово-

речь о двигательной активности детей и об уровне их физического развития. Снижение ЖЕЛ у некоторых учащихся 9-лет, здоровых и ЧБ ОРВЗ, свидетельствует об утомлении дыхательных мышц при выполнении физических нагрузок, а также свидетельствует о том, что данных детей можно отнести в группу со средней и ниже средней физической подготовленностью.

ВЫВОДЫ

1. Использованный методический подход позволил выявить детей с низкими уровнями физического и функционального развития вентиляционной системы. Дети 9 лет с низким уровнем физического развития характеризуются сниженным уровнем развития вентиляционной функции легких и биомеханических параметров дыхания по сравнению с детьми среднего и высокого физического развития.

2. У обследованных детей 9 лет абсолютные и должные значения средних показателей проходимости средних и крупных бронхов фактически не имеют достоверных половых различий. Формирование функциональных нарушений проходимости дыхательных путей происходит на уровне бронхов среднего и, особенно, мелкого калибра. В группе обследованных нами детей это ярче проявилось у мальчиков, нежели у девочек

3. Реакция на физическую нагрузку у детей 9 лет не адекватна. Наблюдаемая динамика дыхательной системы у большинства учащихся 9-лет, как здоровых, так и ЧБ ОРВЗ, свидетельствует об утомлении дыхательных мышц при выполнении этих нагрузок, а также характеризует среднюю и ниже средней физическую подготовленность обследованных детей.

4. Возможности системы дыхания у здоровых детей 9 лет разных соматотипов примерно равны, за исключением детей эндоморфного типа телосложения, у которых отмечены относительно высокие показатели проходимости дыхательных путей и достаточно значимые показатели резерва дыхания. Сниженные показатели дыхательной функции отмечены у ЧБ ОРВЗ детей. Принадлежность ребенка к определенному соматотипу является одним из факторов возникновения вариантов физического и биологического развития, что подтверждает актуальность индивидуально-типологического подхода к оценке роста и развития детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гликман И. Национальный проект и здоровье школьников // Практический журнал для учителя и администрации школы. – 2008. – №10. – С. 20-26.

2. Кокорева С.П., Куприна Н.П., Семенченко Л.В., Рагозина В.Н. Часто болеющие дети и проблемы их реабилитации / С.П. Кокорева, Н.П. Куприна, Л.В. Семенченко, В.Н. Рагозина // Эпидемиология и инфекционные болезни. – М., 2007. – №7. – С. 37-39.

3. Лещин В.В. Развитие младших школьников с соматическими заболеваниями. – М.: ФинИнвестГрупп, 2009. – 104 с.

4. Савельев Б.П., Ширяева И.С. Функциональные параметры системы дыхания у детей и подростков. – М., Медицина, 2001. – 232 с.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Р.М. Васильева

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

Мальчики 11–12 лет выполняли велоэргометрические нагрузки, заданные в процентах от максимальной. Исследовали индивидуальные особенности реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) на нагрузки различной интенсивности. У детей регистрировали показатели центральной гемодинамики (ЧСС, УО и МОК) до работы и в течение 10 мин. восстановительного периода. Рассчитывали интенсивность нарастания пульсового «долга» (ИНПД). Определяли статистические параметры сердечного ритма: моду (M_0), амплитуду моды (AM_0), вариационный размах (ΔX) и индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

Комплексный анализ перечисленных показателей позволил выявить индивидуальные варианты реакции центральной гемодинамики на нагрузки разной интенсивности. На основании полученных данных были выделены два варианта адапционных ответа ССС. Особенностью реакции центральной гемодинамики у детей с 1-ым вариантом является наличие у них в восстановительном периоде после нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности «отрицательной фазы» пульса и увеличения УО выше величин зарегистрированных в момент окончания работы. У детей со 2-ым вариантом «отрицательной фазы» пульса и после рабочего увеличения УО не выявлено. Судя по показателям AM_0 , ИН и ИНПД напряжение механизмов регуляции ССС при физической нагрузке у детей при 2-ом варианте реакции выражено в большей степени, чем у детей с «отрицательной фазой» пульса в восстановительном периоде.

Ключевые слова: физическая нагрузка; работоспособность; дети; гемодинамика.

Individual reaction of central hemodynamics indices to physical activity of various intensity in preschool children. Boys at the age of 11-12 performed veloergometry test of different intensity (percentage of intensity is relative to the maximum load). Individual peculiarities of cardio-vascular system (CVS) and work load of different intensity were studied. Indices of central hemodynamics were registered before the performance and during ten minutes of recovery. The intensity of growth of pulse "debt" was measured together with statistical parameters of heart rate: mode (M_0), mode amplitude (AM_0), variation range (ΔX) and tension index of regulatory system. Complex analysis of enumerated criteria made it possible to distinguish individual reactions of central hemodynamics to the work load of different intensity. Two variants of adaptive reactions of CVS were noted. Children with the first variant demonstrate "negative phase" of pulse after work of maximum and submaximum load and rise in stroke volume higher than that registered at the end of work. Children of the second type didn't show any "negative phase" of pulse or rise in stroke volume. According to the indices of AM_0 , tension index and intensity of growth of pulse "debt" the intensity of regulation mechanisms of CVS in children of the second type is manifested better than in children with "negative phase" of pulse during the recovery period.

Key words: physical activity, efficiency, children, hemodynamics

Способность выполнить физическую нагрузку зависит от вегетативного обеспечения мышечной деятельности и, главным образом, от функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Реакции гемодинамики определяются характером и величиной задаваемой нагрузки и в то же время в значительной мере обуславливаются возрастными и индивидуальными особенностями ребенка.

В наших более ранних исследованиях при изучении реактивности центрального звена системы кровообращения на физическую нагрузку нами были установлены возрастными-половыми закономерностями изменения гемодинамики при нагрузках разной мощности у детей от 9 до 14 лет [11, 14]. Несмотря на выявленные общие возрастные закономерности, также показано, что в каждой из возрастных групп можно обнаружить достаточно выраженный индивидуальный разброс – как в абсолютных значениях отдельных гемодинамических показателей, так и в динамике их изменения при одних и тех же сопоставимых нагрузках [4].

В настоящее время в литературе также представлено большое количество данных относительно возрастных и индивидуальных особенностей изменений ЧСС и УО при выполнении физической нагрузки и в восстановительном периоде после нее. Выявлен целый ряд закономерностей восстановления гемодинамики после физических нагрузок, различных по величине и длительности [1, 5, 6, 15, 20]. Это касается продолжительности восстановительного периода у детей разного возраста, направленности и скорости изменения различных показателей гемодинамики, гетерохронности достижения ими уровня покоя и ряда других характеристик периода реституции [1, 5, 6, 7, 18].

Однако данные относительно изменения УО и ЧСС у детей при физической работе, представленные в литературе, порой являются противоречивыми. Ряд авторов расходится в толковании механизмов возникновения и прогностической значимости различных вариантов переходных процессов работы сердца при физической нагрузке у детей школьного возраста [5, 18].

Таким образом, характер изменений гемодинамики, направленность переходных процессов и состояние механизмов регуляции функций сердечно-сосудистой системы в процессе и после выполнения мышечной работы требует дальнейшего исследования и изучения физиологического значения этих изменений.

Задачей настоящего исследования было выявить и проанализировать индивидуальные варианты нормальной реакции центральной гемодинамики на физическую нагрузку разной интенсивности у детей школьного возраста.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами были проанализированы результаты исследований, проведенных на базе школ г. Москвы на практически здоровых мальчиках 11–12 лет. Данные получены в лабораторном эксперименте, в ходе которого испытуемые выполняли работу на велозргометре. Нагрузку задавали в процентах от максимальной, подобранной индивидуально для каждого обследуемого. За максимальную принимали нагрузку, которую ребенок мог удерживать не более 8-10 сек. В основной серии исследований дети выполняли нагрузки 100%, 80%, 70% и 50% от максимальной. При всех нагрузках работа выполнялась детьми до отказа.

До работы и в течение 10 мин. восстановительного периода регистрировали следующие показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), ударный

объем (УО, мл) крови, который определяли методом тетраполярной реоплетизмографии по Кубичеку [22]. Рассчитывали МОК (л/мин).

Оценивали также показатели, учитывающие антропометрические данные испытуемых:

$$\text{Ударный индекс (УИ, мл/м}^2\text{): } \text{УИ} = \frac{\text{УО}}{\text{ПТ}},$$

$$\text{Сердечный индекс (СИ, л/мин/м}^2\text{): } \text{СИ} = \frac{\text{МОК}}{\text{ПТ}}.$$

где ПТ – площадь поверхности тела испытуемого в м² [8, 17, 21].

При анализе восстановительного периода определяли интенсивность накопления «пульсового долга» (ИНПД) [8, 10], величина, которого рассчитывается как отношение величины долга за 5 или 10 мин. восстановительного периода ко времени предельной продолжительности работы [8, 10].

Подобным же образом вычисляли величину индексов накопления «долга» по УО (ИНУО) и «долга» по МОК (ИНМОК).

При анализе полученных данных учитывали возраст и физическое развитие школьников. Для оценки морфофункционального развития детей рассчитывали наиболее распространенные антропометрические индексы:

1. Индекс Кетле – весо-ростовой показатель:

$$\text{ИК} = \text{P/L}, \text{ где P – вес тела (кг), L – длина тела (см).}$$

2. Индекс Пинье – числовой показатель крепости телосложения:

$$\text{IP} = \text{L} - (\text{P} + \text{T}), \text{ где L – длина тела (см), P – вес тела (кг), T – обхват груди (см)} \\ \text{[12].}$$

Оценивали особенности регуляции сердечного ритма сердца (СР) по методике Р.М. Баевского. С этой целью измеряли не менее 100 последовательно идущих кардиоинтервалов в покое перед работой и в период относительно стационарного состояния на 2-ой – 3-ей мин. восстановительного периода. Определяли статистические параметры СР: моду (Мо), амплитуду моды (Амо), вариационный размах (ΔХ), и индекс напряжения регуляторных систем (ИН) [2, 3].

Всего в данной возрастной группе обследовано 18 испытуемых. Каждый ребенок участвовал в исследованиях не менее 5-6 раз. Полученные данные были обработаны на ПК методами вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе анализа изменений показателей кровообращения при физической работе был обнаружен ряд индивидуальных особенностей реакции отдельных компонентов центральной гемодинамики и выделено два варианта адаптационных ответа ССС на нагрузки разной интенсивности.

Особенностью реакции центральной гемодинамики на физическую нагрузку у детей первой группы является наличие у них «отрицательной фазы» пульса в восстановительном периоде после нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности, т.е. уменьшение ЧСС ниже исходных величин покоя. Одновременно с этим у детей отмечается увеличение УО выше величин, зафиксированных в работе и в момент ее окончания. У детей второй группы «отрицательной фазы» пульса не выявлено. У них наблюдается более медленное восстановление ЧСС и УО к дора-

бочему уровню. 1-ый вариант реакции был выявлен у 67%, а 2-ой – у 33% мальчиков 11-12 лет.

При сравнении детей с разными вариантами реакции на нагрузку был рассмотрен ряд показателей, характеризующих индивидуальные особенности каждого ребенка. При анализе показателей кровообращения в покое было выявлено, что мальчики с 1-ым вариантом имели более низкую ЧСС ($p < 0,05$) и более высокие показатели УО и УИ по сравнению с детьми 2-ой группы (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые соматометрические показатели и показатели кровообращения в покое у детей с разными вариантами реакции гемодинамики на нагрузку

Показатели		Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг	ИК, кг/см	IP	ЧСС, уд/мин	УО, мл.	МОК, л/мин	УИ, мл/м ²	СИ, л/мин/м ²
1-й вариант	M	11,4	148,7	39,05	2,62	36,3	79,6	54,9	4,38	44,4	3,55
	±m	0,22	1,38	1,41	0,08	2,47	1,98	3,14	0,29	2,66	0,25
2-й вариант	M	11,5	147,0	35,88	2,44	41,82	84,6	46,7	4,02	37,0	3,18
	±m	0,23	1,45	1,04	0,06	0,77	1,11	2,84	0,25	2,4	0,21

В то же время, как видно из представленных данных, дети двух выделенных групп мало различались по возрасту и физическому развитию. Показатели работоспособности также не отличались достоверно у детей с разными вариантами реакций ни при одной из испытанных нагрузок (табл. 2).

Таблица 2

Показатели работоспособности у мальчиков с разными вариантами реакции гемодинамики на нагрузку

Нагрузка	Показатели работоспособности	1-ый вариант (M±m)	2-ой вариант (M±m)
Нагрузка 100%	Время, сек	9,30±0,65	10,08±0,09
	кГ м/мин кг	2,74±0,16	3,07±0,50
Нагрузка 80%	Время, сек	95,88±6,35	90,36±4,45
	кГ м/мин кг	1,97±0,08	2,32±0,08
Нагрузка 70%	Время, мин	12,00±0,98	10,00±1,28
	кГ м/мин кг	1,70±0,07	1,98±0,08
Нагрузка 50%	Время, мин	46,70±2,68	52,60±1,60
	кГ м/мин кг	1,30±0,05	1,44±0,05

У детей обеих групп исследованные в эксперименте нагрузки в зависимости от времени выполнения их до отказа распределились по зонам относительной мощности в классификации В.С. Фарфеля [16] следующим образом. Нагрузка 100% лежала в зоне максимальной относительной мощности, поскольку ребенок удерживал ее не более 10 сек. Нагрузка 80% относилась к зоне субмаксимальной

относительной мощности. Нагрузка 70% оказывалась в зоне большой, а нагрузка 50% – в зоне умеренной мощности (табл. 2).

Показатели кровообращения при нагрузке максимальной мощности у мальчиков 11-12 лет с разными вариантами реакции представлены в табл. 3. В момент окончания работы мальчики двух групп имели существенные различия в значениях ЧСС. У детей с 1-ым вариантом реакции ЧСС в момент окончания работы равнялась $152,70 \pm 3,84$ уд/мин, при 2-ом варианте – $172,4 \pm 1,83$ уд/мин. ($p < 0,05$). УО составлял $70,63 \pm 6,47$ и $61,64 \pm 0,89$ мл соответственно ($p < 0,05$) (табл. 3, рис. 1, 2). Достоверных различий величин МОК у детей обеих групп не выявлено.

Начиная с первой минуты реституции у детей двух групп отмечены различия в характере восстановления гемодинамических показателей. При 1-ом варианте восстановления у мальчиков наблюдается резкое снижение ЧСС в первую минуту после работы. Ко второй минуте восстановительного периода пульс у них опускается до $69,40 \pm 2,56$ уд/мин, что достоверно ($p < 0,05$) ниже исходных величин уровня покоя, т.е. отмечается так называемый феномен «отрицательной фазы» пульса (рис. 1). При 2-ом варианте восстановление ЧСС идет медленнее. Через 1,5 мин. после работы ее величина у мальчиков этой группы составляет $98,40 \pm 4,56$ уд/мин, что превышает уровень покоя на 7-8 уд/мин. ($p < 0,05$).

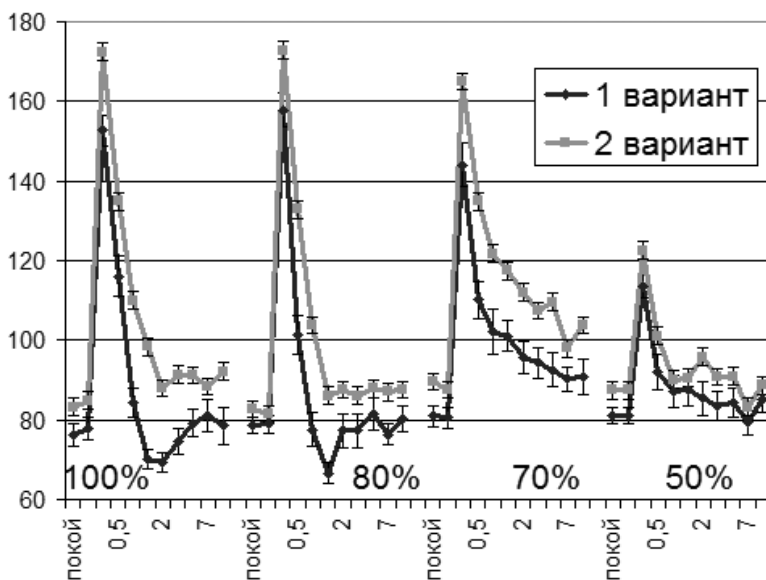


Рис. 1. Динамика изменения ЧСС при нагрузках разной интенсивности у мальчиков 11-12 лет с разными вариантами восстановления

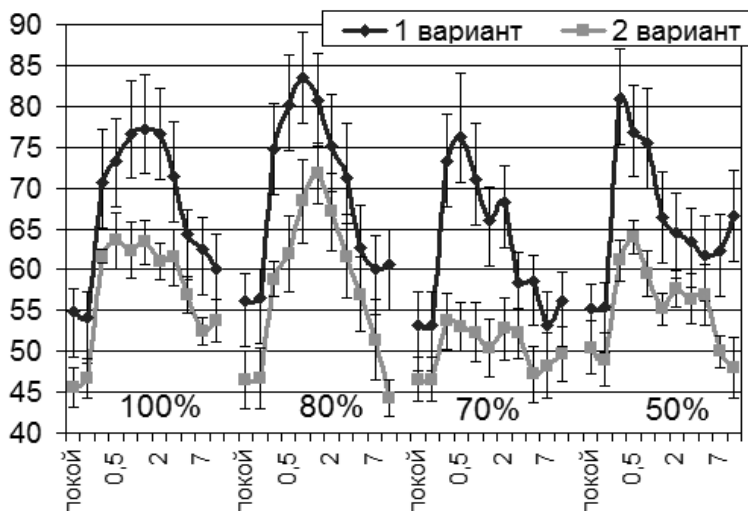


Рис. 2. Динамика изменения УО при нагрузках разной интенсивности у мальчиков 11-12 лет с разными вариантами восстановления

Таким образом, уже с первых минут реституции у мальчиков двух групп наблюдаются достоверные различия в текущих значениях ЧСС, и эти различия сохраняются до конца наблюдаемого восстановительного периода.

Выявлены также и различия в динамике восстановления УО (табл. 3, рис. 2). У мальчиков с «отрицательной фазой» пульса с первой по вторую минуту реституции отмечено отчетливое увеличение УО по сравнению с тем уровнем, который зафиксирован непосредственно в момент окончания работы, когда его величина составляла $70,63 \pm 4,47$ мл. Через полторы минуты после окончания работы УО у них равняется $77,26 \pm 2,65$ мл. При 2-ом варианте у мальчиков не отмечено после-рабочего увеличения УО. Ударный объем у них вплоть до 3-ей мин. восстановления остается на том же уровне, что в момент окончания работы ($61,6 \pm 4,8 - 61,4 \pm 3,4$ мл), а затем начинается его снижение, но он так и не возвращается к уровню покоя. За счет более высокой ЧСС минутный объем крови на протяжении всего восстановительного периода был выше у мальчиков 1-ой группы (на 3, 5 и 10 мин. различия достоверны, $p < 0,05$).

Таблица 3

Изменение показателей гемодинамики после нагрузок разной мощности у мальчиков 11-12 лет с разными вариантами восстановления

	Нагрузка 100%											
	ЧСС				УО				МОК			
	1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант	
	М	$\pm m$	М	$\pm m$	М	$\pm m$	М	$\pm m$	М	$\pm m$	М	$\pm m$
Покой	77,81	2,99	84,90	1,87	54,08	3,28	46,42	2,49	4,25	0,37	3,60	0,18

Восстановление:												
0,05	152,70	3,84	172,40	1,83	70,63	4,47	61,64	4,89	10,78	1,04	10,62	0,11
0,5	116,00	5,07	134,80	2,13	73,31	3,13	63,52	3,38	8,44	0,59	8,52	0,38
1	84,25	3,77	110,00	3,78	76,68	4,52	62,39	3,42	6,47	0,65	6,74	0,16
1,5	70,15	2,52	98,40	4,56	77,26	2,65	63,36	4,51	5,39	0,51	6,21	0,33
2	69,40	2,56	88,00	2,97	76,59	5,64	60,99	2,27	5,17	0,40	5,41	0,30
3	74,55	3,11	91,40	3,24	71,42	4,67	61,47	3,41	5,12	0,49	5,57	0,31
5	79,20	3,55	91,20	1,27	64,30	2,97	56,88	2,18	5,08	0,30	5,18	0,19
7	81,00	3,95	88,40	2,10	62,43	3,96	52,53	1,66	5,03	0,37	4,62	0,10
10	78,50	4,61	92,20	2,85	60,09	4,25	53,75	2,63	4,75	0,51	5,01	0,34
Нагрузка 80%												
	ЧСС				УО				МОК			
	1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант	
	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
Покой	78,86	2,16	81,53	1,37	56,96	3,57	46,69	3,68	4,46	0,25	3,83	0,34
Восстановление:												
0,01	157,85	4,24	172,80	2,41	74,70	5,66	58,80	2,13	11,77	0,95	10,16	0,40
0,5	101,20	4,84	132,80	4,90	80,08	6,18	61,88	4,65	8,22	0,90	8,05	0,42
1	77,55	4,23	103,80	7,45	83,55	5,60	68,35	5,07	6,45	0,48	6,86	0,48
1,5	66,65	2,75	86,00	6,00	80,76	5,70	71,82	3,73	5,42	0,51	6,18	0,52
2	77,25	4,24	87,60	4,73	75,06	6,32	67,08	4,70	5,74	0,58	5,79	0,44
3	77,30	4,34	86,00	3,10	71,23	6,72	61,64	5,05	5,60	0,72	5,26	0,45
5	81,50	3,92	87,80	1,77	62,66	5,20	57,00	4,62	5,11	0,52	5,01	0,45
7	76,25	2,65	87,00	2,71	60,11	3,97	51,41	4,92	4,60	0,37	4,41	0,39
10	80,15	3,31	87,60	2,48	60,57	4,30	44,28	2,22	4,87	0,43	3,89	0,24
Нагрузка 70%												
	ЧСС				УО				МОК			
	1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант	
	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
Покой	80,60	2,69	87,60	0,82	53,20	4,09	46,58	2,72	4,30	0,37	4,19	0,28
Восстановление:												
0,01	144,10	5,52	165,00	4,45	73,22	5,90	53,69	3,38	10,58	1,05	8,97	0,78
0,5	110,10	4,61	134,80	4,09	76,28	7,83	53,00	2,94	8,28	0,76	7,21	0,59
1	102,30	5,67	121,80	4,05	71,03	6,84	52,31	3,61	7,05	0,41	6,43	0,59
1,5	101,00	3,82	117,40	3,47	65,99	4,21	50,34	3,51	6,57	0,26	5,96	0,55
2	95,75	4,06	112,00	3,39	68,26	4,47	52,74	3,80	6,47	0,39	5,88	0,44
3	94,35	3,80	107,40	3,26	58,40	3,78	52,18	3,10	5,44	0,32	5,65	0,45
5	92,60	4,15	109,60	2,23	58,66	3,13	47,22	3,42	5,38	0,29	5,21	0,45
7	90,25	3,12	98,00	2,32	53,25	3,96	48,27	4,01	4,74	0,27	4,74	0,44
10	90,90	4,38	103,80	3,22	56,09	3,59	49,58	3,34	5,08	0,41	5,18	0,44

	Нагрузка 50%											
	ЧСС				УО				МОК			
	1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант		1-ый вариант		2-ой вариант	
	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
Покой	80,95	1,98	87,48	2,17	55,44	2,90	49,44	3,27	4,48	0,24	4,42	0,31
Восстановление:												
0,01	113,50	2,95	122,60	5,15	80,92	6,14	61,10	2,47	9,28	0,87	7,42	0,26
0,5	92,10	4,50	101,00	3,55	76,89	5,59	63,94	2,04	7,12	0,67	6,49	0,37
1	87,10	3,97	90,20	3,20	75,41	6,75	59,54	2,83	6,59	0,64	5,33	0,25
1,5	87,45	3,93	90,60	2,67	66,31	5,60	55,17	1,90	5,81	0,55	5,01	0,25
2	85,50	4,28	95,80	3,72	64,52	4,78	57,65	2,26	5,58	0,60	5,49	0,22
3	83,55	3,73	90,80	2,20	63,40	4,09	56,41	3,10	5,35	0,50	5,11	0,28
5	84,20	3,63	91,00	3,82	61,75	4,92	56,90	3,74	5,24	0,54	5,13	0,33
7	79,30	2,90	83,20	1,64	62,35	4,34	49,95	1,94	4,99	0,45	4,17	0,21
10	85,30	3,60	88,60	2,18	66,56	5,55	47,96	3,68	5,79	0,69	4,23	0,31

В результате резкого падения ЧСС пульсовой «долг» после максимальной нагрузки оказался в несколько раз ниже у мальчиков с «отрицательной фазой» пульса. Поскольку время работы в обеих группах практически не различалось, у мальчиков с 1-ым вариантом восстановления значительно ниже оказалась и ИНПД. Так, у мальчиков с «отрицательной фазой» пульса ИНПД, рассчитанная за 5 мин. восстановления, составила $2,47 \pm 0,9$, а у детей со 2-ым вариантом – $9,05 \pm 0,5$ ($p < 0,05$) (табл. 4, рис. 3).

Таблица 4

Интенсивность нарастания гемодинамического «долга» за 5 мин. восстановления у мальчиков 11-12 лет с разными вариантами гемодинамики

Показатели	Вариант	Нагрузка			
		100%	80%	70%	50%
ИН ПД	1-ый вариант	$2,47 \pm 0,92$	$0,21 \pm 0,19$	$0,13 \pm 0,02$	$0,01 \pm 0,004$
	2-ой вариант	$9,05 \pm 0,57$	$0,91 \pm 0,16$	$0,27 \pm 0,045$	$0,01 \pm 0,004$
ИН УО	1-ый вариант	$8,10 \pm 1,41$	$0,87 \pm 0,13$	$0,09 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,006$
	2-ой вариант	$10,6 \pm 0,91$	$0,94 \pm 0,23$	$0,05 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,005$
ИН МОК	1-ый вариант	$0,77 \pm 0,11$	$0,09 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,001$	$0,002 \pm 0,001$
	2-ой вариант	$1,63 \pm 0,18$	$0,13 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,004$	$0,001 \pm 0,00$

ИН ПД – интенсивность нарастания пульсового «долга»,

ИН УО – интенсивность нарастания «долга» УО,

ИН МОК – интенсивность нарастания «долга» МОК

Несмотря на имевшее место послерабочее увеличение УО у мальчиков с 1-ым вариантом реакции, «долги» по УО и ИН УО у детей двух групп достоверно не различались, хотя и были несколько ниже у испытуемых с «отрицательной фазой» пульса. МОК на протяжении всего восстановительного периода мало отличался у мальчиков двух групп. Однако из-за того, что в покое величина МОК была выше

у мальчиков 1-ой группы, у них ниже оказался и «долг» МОК и ИН МОК, рассчитанные за 5 мин. восстановления ($p < 0,05$) (табл. 4, рис. 3).

При нагрузке субмаксимальной мощности отличия в величинах ЧСС, УО и МОК в момент окончания работы и различия в динамике восстановления у мальчиков двух групп проявляются так же отчетливо, как после нагрузки максимальной мощности (табл. 3, рис 1, 2).

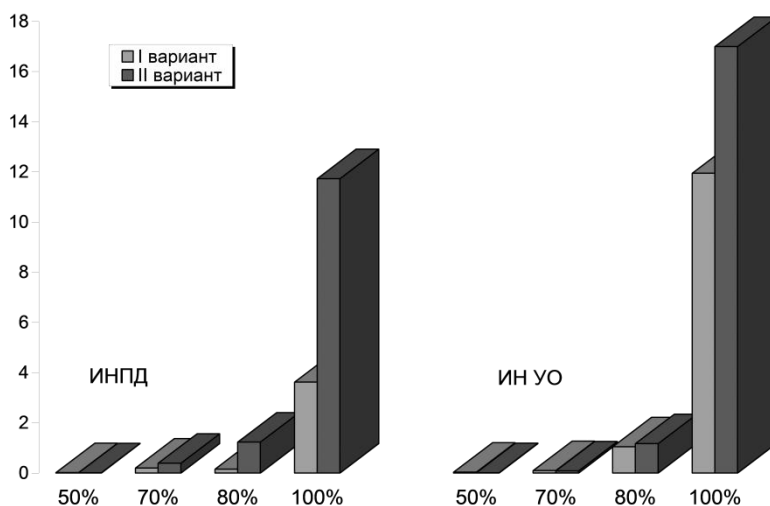


Рис. 3. Интенсивность нарастания пульсового «долга» (ИНПД) и «долга» УО (ИНУО) при нагрузках разной мощности у детей с разными вариантами реакции на нагрузку

С первой минуты реституции ЧСС более резко снижается у мальчиков 1-ой группы. Ко второй минуте ЧСС у них становится ниже дорабочих величин, т.е. имеет место «отрицательная фаза» пульса. На этом этапе (через 1,5 мин. после работы) ЧСС у мальчиков 1-ой группы достоверно оказался ниже, чем у мальчиков 2-ой группы: $66,65 \pm 2,75$ и $86,00 \pm 6,00$ уд/мин. соответственно ($p < 0,05$). Как и после нагрузки максимальной мощности, у мальчиков с «отрицательной фазой» пульса четко выражен послерабочий подъем УО, пик которого приходится на фазу наиболее значительного снижения ЧСС. В тот же период времени (первые 2 мин. восстановления) у мальчиков 2-ой группы также выявлен подъем УО по сравнению с уровнем, зафиксированным в момент окончания работы. Однако на протяжении всего периода реституции значения УО у детей с 1-ым вариантом достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у мальчиков, которые проявляли 2-ой вариант восстановления. Различий в значениях МОК на всем протяжении восстановительного периода (кроме момента окончания работы) у детей обеих групп не выявлено (табл. 3).

В результате дети с более резким падением ЧСС в восстановительном периоде имели более низкий ПД по сравнению с теми, у которых ЧСС после работы вос-

становливалась медленнее. Общее время работы при этой нагрузке у всех детей достоверно не различалось. В результате ИНПД у мальчиков 1-ой группы был почти в два раза ниже, чем у мальчиков 2-ой группы (табл. 4, рис. 3). «Долг» по УО, ИНУО, «долг» по МОК и ИН МОК в двух группах достоверно не различались.

В восстановительном периоде после нагрузок большой мощности уменьшения ЧСС ниже величин, зарегистрированных в покое, не наблюдалось ни у кого из мальчиков. Однако на протяжении всего периода реституции ЧСС была значительно ниже, а УО выше у тех детей, которые при нагрузках высокой мощности демонстрировали «отрицательную фазу» пульса (табл. 3, рис. 1, 2). Значения МОК в обеих группах различались только в момент окончания работы. У всех детей к концу наблюдаемого периода ни один из показателей не успевал возвратиться к дорабочему уровню. Интенсивность нарастания «долгов» всех рассматриваемых показателей была меньше, чем при нагрузках более высокой мощности. ИНПД оказалась ниже у детей, отнесенных к 1-ой группе, по сравнению с мальчиками 2-ой группы и составляла $0,20 \pm 0,03$ и $0,39 \pm 0,07$ соответственно ($p < 0,05$).

После нагрузки 50% от максимальной характер восстановления показателей кровообращения у мальчиков двух групп принципиально не различался. Значимые отличия в абсолютных значениях ЧСС, УО и МОК выявлены только в первые 30 с после окончания работы (табл. 3). Гетерохронность восстановления отдельных показателей менее выражена, и восстановление гемодинамики носит более плавный характер по сравнению с нагрузками более высокой мощности.

Анализ статистических параметров СР показал, что в покое перед работой средние значения ИН и его составляющих (M_o , $A M_o$, ΔX) у детей с разными вариантами реакции на нагрузку различались мало. У мальчиков с 1-ым вариантом ИН составлял $64,23 \pm 11,06$ усл. ед., при 2-ом варианте – $68,82 \pm 11,11$ усл. ед. $A M_o$ равнялась $27,43 \pm 2,24\%$ и $27,77 \pm 2,45\%$ соответственно (табл. 5, рис. 4 и 5).

Нами также были проанализированы индивидуальные показатели варибельности СР с целью охарактеризовать тип вегетативной регуляции – исходный вегетативный тонус (ИВТ) каждого ребенка в покое перед работой.

Таблица 5

Изменения статистических показателей сердечного ритма у мальчиков с разными вариантами реакции гемодинамики на нагрузку

Показатели	$A M_o, \%$ ($M \pm m$)	M_o, c ($M \pm m$)	dX, c ($M \pm m$)	ИН, усл. ед. ($M \pm m$)
До работы				
1-ый вариант	$27,49 \pm 2,24$	$0,77 \pm 0,02$	$0,31 \pm 0,028$	$64,23 \pm 11,06$
2-ой вариант	$27,77 \pm 2,45$	$0,74 \pm 0,02$	$0,31 \pm 0,027$	$68,82 \pm 11,11$
После работы				
1-ый вариант	$20,57 \pm 1,48$	$0,86 \pm 0,036$	$0,40 \pm 0,03$	$33,25 \pm 4,47$
2-ой вариант	$41,18 \pm 6,29$	$0,59 \pm 0,024$	$0,26 \pm 0,05$	$191,1 \pm 29,5$

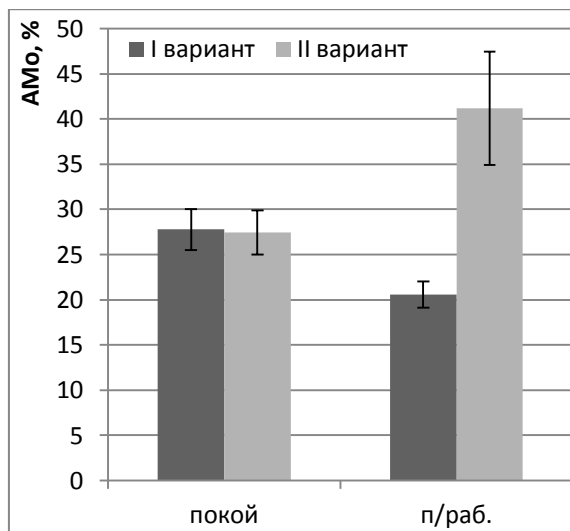


Рис 4. Изменения амплитуды моды (АМо, %) под влиянием нагрузки субмаксимальной мощности у мальчиков 11-12 лет

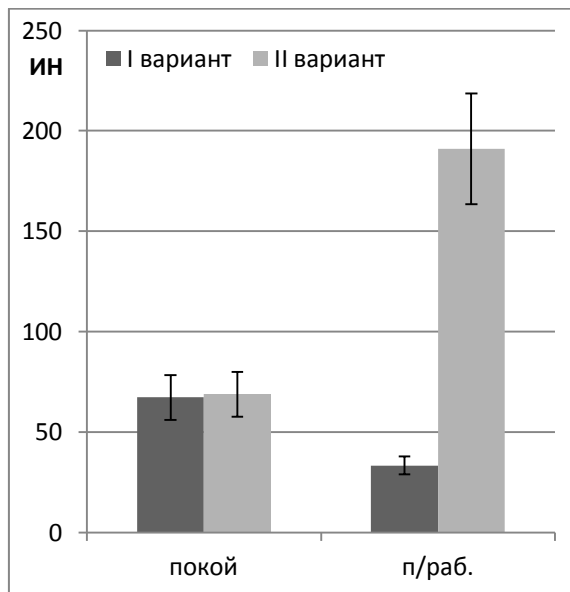
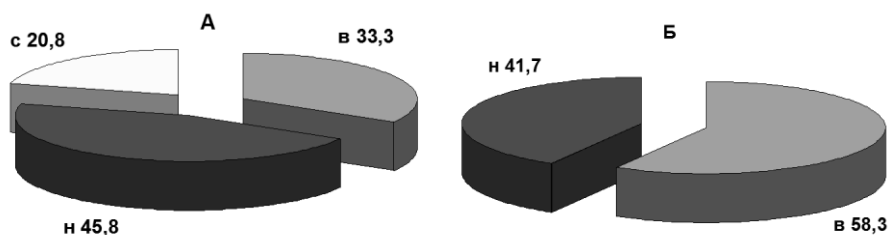


Рис 5. Изменения индекса напряжения (ИН, усл. ед.) под влиянием нагрузки субмаксимальной мощности у мальчиков 11-12 лет

При оценке ИВТ и функционального состояния организма принято ориентироваться на величину ИН [2, 3]. Для интерпретации этого показателя в настоящее время предложено несколько классификаций, которые выделяют ряд диапазонов его величины [2, 3, 13, 19]. Нами была использована классификация, которая применялась в ряде исследований [13, 19]. Согласно данной классификации, к нормотоникам относили детей, имеющих ИН в пределах от 30 до 90 усл. ед.; к ваготоникам – с ИН ниже 30 усл. ед.; к симпатикотонкам – с ИН от 91 до 160 усл. ед., а к гиперсимпатикотоникам – при фоновом значении ИН выше 160 усл. ед.

Частота встречаемости различных типов регуляции в покое в двух группах существенно различалась. Ваготоническая направленность ИВТ встречалась почти в 2 раза чаще у детей с 1-ым вариантом реакции (33,3%) по сравнению с детьми 2-ой группы (16,7%). Преобладание влияния симпатической нервной системы (симпатикотония) среди школьников с 1-ым вариантом реакции отмечалось в 20,8% случаев, т. е. несколько реже чем у детей второй группы (33,3%). Констатируется, что «нормотонический» тип регуляции СР в покое проявлялся у детей обеих групп почти в равной степени. При 1-ом варианте 45,8%, а при 2-ом варианте 50,0% детей имели сбалансированное состояние регуляторных систем (рис. 6).

1-ый вариант



2-ой вариант

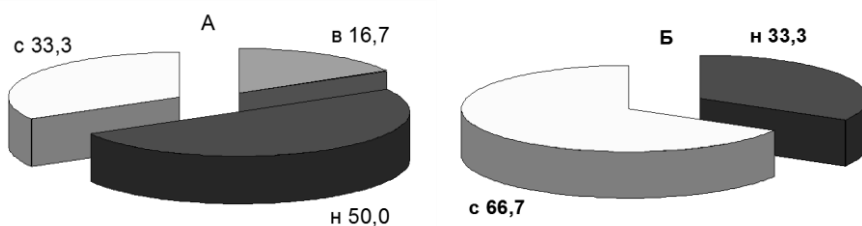


Рис. 6. Соотношение (в %) вариантов вегетативного тонуса перед работой (А) и после выполнения работы (Б) у детей с различными реакциями гемодинамики на нагрузку. В – ваготония, Н – нормотония, С – симпатикотония

Таким образом, значения показателей регуляции СР в покое свидетельствует о некотором преобладании исходной парасимпатической активности и уменьшении симпатических влияний вегетативной нервной системы у детей 1-ой группы до нагрузки.

Под влиянием работы происходили изменения показателей структуры СР в обеих исследованных группах. Сравнительный анализ основных статистических параметров СР после нагрузки обнаружил достоверные отличия ИН, Мо, АМо, ΔХ у детей с разными вариантами восстановительного периода.

Адаптационные реакции сердца на нагрузку субмаксимальной мощности у детей при 1-ом варианте характеризовались уменьшением показателей АМо и ИН и увеличением Мо ΔХ (табл. 5, рис. 4 и 5), что указывает на снижение активности центральных механизмов и усиление парасимпатических воздействий на сердце. Хотя у всех без исключения детей 1-ой группы ИН в восстановительном периоде снижался, реакция у 41,67% детей оставалась в пределах нормотонической. У 58,33% детей снижение ИН было выражено сильнее, и у них наблюдался ваготонический тип реакции. Детей с симпатотоническим типом реакции в 1-ой группе не обнаружено (рис. 6). Таким образом, у детей 1-ой группы независимо от ИВТ в восстановительном периоде отмечалось преобладание парасимпатического влияния на сердце.

У детей со 2-ым вариантом реакции показатели Δх и Мо под влиянием нагрузки уменьшались, а АМо и ИН – увеличивались (табл. 5, рис. 4 и 5). Таким образом, у этих детей были выявлены особенности адаптационных реакций сердца, которые свидетельствует о напряжении центральных симпатических механизмов регуляции в восстановительном периоде. При этом у 66,7% детей увеличение ИН и АМо было таким значительным, что эту реакцию можно расценить как симпатотоническую, а у 33,3% ИН хотя и увеличивался, реакция оставалась в пределах нормотонической. Детей с ваготоническим типом реакции на нагрузку во 2-ой группе не выявлено (рис. 6).

В многочисленных работах показано, что увеличение ИН отражает общий сдвиг вегетативного гомеостаза в сторону преобладания симпатического отдела нервной системы над парасимпатическим а также то, что он является весьма чувствительным маркером отражающим напряжение центральных механизмов регуляции ССС [2, 3]. Судя по изменению показателей ИН и АМо, у детей 2-ой группы в ответ на нагрузку развивается более выраженное напряжение регуляторных систем, чем у детей, которые имели «отрицательную фазу» пульса в восстановительном периоде.

О том же самом свидетельствует и величина ИНПД, которая также считается очень информативной характеристикой «физиологической стоимости» мышечной работы [9, 10]. Дети со 2-ым вариантом изменения гемодинамики демонстрировали большую интенсивность накопления «пульсового долга» при работе по сравнению с детьми, у которых отмечалась «отрицательная фаза» пульса.

Можно предположить, что ССС у детей 2-ой группы обладает более низкими функциональными резервами, поскольку у них выявлены меньшие значения УО и УИ в покое, что косвенно характеризует снижение насосной и сократительной функций сердца у этих детей. Это приводит к необходимости поддерживать более высокий уровень ЧСС для обеспечения адекватного кровоснабжения организма при нагрузке и в восстановительном периоде.

Поскольку работоспособность у детей с разными вариантами гемодинамики различалась мало, можно предположить, что оба типа гемодинамических ответов – это оптимальная реакция на нагрузку, соответствующая индивидуальными особенностям системы кровообращения с участием приспособительных механизмов, сформировавшихся у каждого ребенка к определенному возрасту.

ВЫВОДЫ

1. Комплексный анализ показателей, характеризующих функциональное состояние сердечно-сосудистой системы мальчиков 11-12 лет в покое и после физической работы, позволил выявить индивидуальные варианты реакции центральной гемодинамики на нагрузки разной интенсивности.

2. На основании полученных данных было выделено 2 варианта адапционных ответов ССС. Особенностью реакции центральной гемодинамики на физическую нагрузку у детей с 1-м вариантом реакции является наличие у них «отрицательной фазы» пульса в восстановительном периоде после нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности, т.е. уменьшение ЧСС на первой – третьей минутах после работы ниже исходных величин покоя. Одновременно с этим у детей отмечается увеличение УО выше величин, зафиксированных в работе и в момент ее окончания. 1-й вариант реакции был выявлен у 67% мальчиков 11-12 лет.

У детей со 2-ым вариантом «отрицательной фазы» пульса и послерабочего увеличения УО не выявлено. У них наблюдается более медленное восстановление ЧСС к уровню покоя.

3. У детей с «отрицательной фазой» пульса в восстановительном периоде после нагрузок 100 и 80% от максимальной обнаружен более низкий пульсовой «долг» и ИНПД по сравнению с детьми, у которых уменьшения ЧСС ниже величин покоя не происходит.

4. Судя по показателям АМо, ИН и ИНПД, напряжение механизмов регуляции сердца у детей со 2-ым вариантом реакции выражено больше, чем у детей, которые демонстрировали «отрицательную фазу» пульса в восстановительном периоде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абзалов Р.А., Нигматуллина Р.Р. Показатели ударного объема крови у юношей, занимающихся физическими упражнениями динамического и статического характера // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 2. – С. 13-14.

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

3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 222 с.

4. Васильева Р.М. Кинетика восстановления показателей гемодинамики после выполнения физических нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности у детей школьного возраста. // Новые исследования. – № 1 (4). – 2009. – С. 208-218.

5. Вахитов И.Х., Абзалов Р.А., Абзалов Р.Р. и др. «Отрицательная фаза» частоты сердечных сокращений и ударного объема крови у юных спортсменов по-

сле выполнения гарвардского степ-теста // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 6. – С. 47-51.

6. Гайтон А. Физиология кровообращения. Минутный объем сердца и его регуляция – М.: Медицина, 1969. – 470 с.

7. Данько Ю.И., Тихвинский С.Б. Возрастная физиология мышечной деятельности // Детская спортивная медицина / Под ред. С.Б.Тихвинского и С.В.Хрущева – М.: Медицина, 1991. – 560 с.

8. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.

9. Карпман В.Л., Парин В.В. Сердечный выброс. // Физиология кровообращения. Физиология сердца. В серии Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1980. – С. 255-275.

10. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В., Васильева Р.М. и др. Возрастное развитие скелетных мышц и физической работоспособности // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. / Под ред. М.М.Безруких и Д.А.Фарбер. – М.: РАО, 2000. – С. 148-150, 217-237.

11. Король В.М., Сонькин В.Д., Ратушная Л.И. Мышечная работоспособность и частота сердечных сокращений у подростков в зависимости от уровня полового созревания // Теория и практика физической культуры. – № 8 – 1985 – С. 27.

12. Любомирский Л.Е., Букреева Д.П., Васильева Р.М. Функциональные возможности двигательной системы детей и подростков с разным уровнем физической тренированности // Физиология человека. – 1997. – Т. 23. – № 6. – С. 69

13. Макарова Г.А. Спортивная медицина. – М., 2004. – 480 с.

14. Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 5. – С. 89-96.

15. Нормирование нагрузок в физическом воспитании школьников / Под ред. Л.Е.Любомирского. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.

16. Сонькин В.Д., Р.М. Васильева, Д.П. Букреева., Динамика функционального состояния двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы в процессе работы разной интенсивности у девочек 9-14 лет. // Новые исследования. – 2003. – №1(4). – С. 208-218.

17. Фарфель В.С. Физиологические основы классификации физических упражнений // Физиология мышечной деятельности труда и спорта. – Л., 1969. – С. 425-439.

18. Физиология кровообращения. Регуляция кровообращения (руководство по физиологии) / Под ред. Б.И. Ткаченко. – Л.: Наука, 1986 – 640 с.

19. Филеши П.А. Возрастные особенности некоторых функциональных характеристик сердечной деятельности современных школьников (мальчики 7–18 лет): автореф. дисс. ... канд. наук мед. наук. – М., 1978. – 20 с.

20. Шайхелисламова М.В., Ситдикова А.А., Ситдииков Ф.Г. Взаимосвязь симпато-адреналовой системы, коры надпочечников и вегетативного тонуса у детей 7–9-летнего возраста // Физиология человека. – Т. 34. – № 2. – С. 83-92.

21. Astrand P.O., Rodahl K. Textbook of work physiology. New York: McGraw-Hill Co, 1986. – 691 p. P. 669

22. Gayton A. Circulatory physiology Cardiac output and its regulation. – 1963. – 556 p. – P. 12-19.

23. Kubicek W.G., Patterson R., Lillehei R. et al. Impedance cardiography as a noninvasive means to monitor cardiac function // J. Amer. Assoc. Advancement Med. instrument. – 1970. – № 4. – P. 79.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СПОРТСМЕНОВ С СИЛОВОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

О.В. Калабин^{1*}, А.П. Спицин^{**}

* Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Киров
^{**} Кировская государственная медицинская академия, Киров

Исследована вариабельность сердечного ритма (BCP) у спортсменов с силовой направленностью тренировочного процесса (пауэрлифтеры) в условиях относительного покоя. Выявлено снижение как временных, так и спектральных показателей BCP (RMSSD, pNN50, HF) у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, относительно контрольной группы. Полученные результаты позволяют заключить, что гемодинамическое обеспечение организма спортсменов силовой направленности происходит при более высоком напряжении механизмов регуляции сердечной деятельности.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, спортсмены, направленность тренировочного процесса.

Variability of heart rate in sportsmen aimed at power training. Heart rate variability in sportsmen involved in power training with powerlifters at relative rest was studied. The research revealed decline of both temporary and spectral indices of heart rate variability (RMSSD, pNN50, HF) in sportsmen doing the powerlifting in comparison with the control group. The received data make it possible to conclude that hemodynamic support of sportsmen aimed at power training happens at a higher tense of regulation mechanisms of heart activity.

Key words: heart rate variability, sportsmen, orientation of training process.

Адаптация организма к воздействию различных факторов окружающей среды (в том числе и к физическим нагрузкам) в значительной мере связана с реакциями сердечно-сосудистой системы и ее регуляторных механизмов. Сердце является весьма чувствительным индикатором всех происходящих в организме событий. Ритм его сокращений, регулируемый через симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы (ВНС), реагирует на любые стрессорные воздействия [8].

Для оценки функциональных резервов организма и особенностей регуляции в настоящее время в прикладной физиологии, спортивной медицине и клинической практике активно используется методика изучения вариабельности ритма сердца (BCP). Исследование BCP применяют в спортивной практике для оценки текущего функционального состояния и адаптационного потенциала организма, раннего выявления дезадаптации и состояния перетренированности, осуществления срочного контроля над процессом физической тренировки с целью его оптимизации [1, 3, 7].

Направленность тренировочного процесса оказывает существенное влияние на все системы организма спортсмена, но наибольшие изменения наблюдаются в тех системах и органах, которые вносят значительный вклад в достижение конечного результата, в этом проявляется специфичность адаптации. По мнению [6],

Контакты: ¹Калабин О.В., E-mail: kalabinoleg@gmail.com

направленность тренировочного процесса выступает главным и определяющим фактором в организации функции аппарата кровообращения – принцип преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации. Можно предположить, что разная направленность тренировочного процесса определенным образом повлияет на волновую структуру сердечного ритма.

Значительное число работ посвящено анализу сердечного ритма тренирующих выносливость [11, 12]. Напротив, работ, анализирующих ВСР у спортсменов, тренирующих силу, крайне мало [5]. Широкомасштабные исследования показывают, что оба вида физических нагрузок благоприятно отражаются на состоянии центральной и периферической гемодинамики и метаболических факторах риска сердечно-сосудистых расстройств [10, 16]. Однако имеются сообщения о разнонаправленных сердечно-сосудистых эффектах циклической и силовой тренировок. Так, показаны различные типы гипертрофии миокарда [4, 15], растяжимости центральных артерий [14], вариабельности сердечного ритма (ВСР) [12, 13] и динамики артериального давления [9] у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса.

Цель настоящей работы состояла в оценке ВСР у спортсменов с силовой направленностью тренировочного процесса в состоянии относительного покоя.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 39 испытуемых-добровольцев мужского пола в возрасте от 17 до 22 лет. Первую группу (контрольную) составили лица, не занимающиеся спортом (n=20). В основном, это были студенты, имеющие нормальное физическое развитие, нормальный двигательный режим, посещающие занятия по физической культуре в рамках учебной программы (отнесены к основной группе здоровья) и не занимающиеся в спортивных секциях. Вторую группу (основную) составили спортсмены, занимающиеся силовым троеборьем (n=19). Для изучения влияния длительности физических нагрузок и уровня спортивного мастерства на состояние региональной гемодинамики основная группа была разделена на две подгруппы. В первую подгруппу вошли лица, имеющие спортивный разряд (11 человек), а во вторую (8 человек) лица высокого уровня спортивного мастерства (КМС, МС). Деление основной группы на подгруппы было обусловлено тем, что кандидаты в мастера спорта и мастера спорта начинают использовать специальную экипировку. Все испытуемые прошли медицинское обследование и по состоянию здоровья были отнесены к основной медицинской группе. Запись ЭКГ производилась в положении лежа на спине, при ровном дыхании, в тихом спокойном помещении.

В качестве основного метода исследования была выбрана кардиоинтервалография с анализом вариабельности сердечного ритма (ВСР). Все данные, представленные в работе, получены на отечественном оборудовании фирмы "НейроСофт" г. Иваново. Кардиоритмограмма регистрировалась по стандартной методике в течение 5-10 мин [4]. Запись ЭКГ производилась в положении лежа на спине, при ровном дыхании, в тихом спокойном помещении. В дальнейшем рассчитывали временные стандартизированные характеристики динамического ряда кардиоинтервалов: частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин); среднеквадратичное отклонение последовательных RR-интервалов (SDNN, мс); стандартное отклоне-

ние разности последовательных RR-интервалов (RMSSD, мс); частота последовательных RR-интервалов с разностью более 50 мс (pNN50, %); амплитуда моды (АМО, %); индекс напряжения (ИН, усл. ед.); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, баллы). Условные обозначения показателей variability сердечного ритма (BCP) представлены в соответствии с международными стандартами оценки BCP и используемыми ориентировочными нормативами. Анализ BCP позволил оценить состояние общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами автономной нервной системы.

Далее, на основе проведения спектрального анализа BCP анализировали частотные параметры: общую мощность спектра (TP), мощности в высокочастотном (HF, 0.16-0.4 Гц), низкочастотном (LF, 0.05-0.15 Гц) и очень низкочастотном (VLF, <0.05 Гц) диапазонах [10]. Спектральные методы анализа BCP получили в настоящее время широкое распространение. Анализ спектральной плотности сердечного ритма (CP) позволяет количественно оценить различные частотные составляющие колебаний ритма сердца и представить соотношения разных компонентов CP, отражающих активность определенных звеньев регуляторного механизма. Кроме того, вычисляли коэффициент LF/HF, отражающий баланс симпатических и парасимпатических регуляторных влияний на сердце. Выбранные методы абсолютно безвредны и атравматичны. Перед исследованием отменялись физиотерапевтические процедуры и медикаменты.

Статистическая обработка материала. Результаты обрабатывали при помощи пакета программ «SPSS Statistics 17.0» и «Microsoft Office Excel 2003». Осуществляли определение средней (M) и ошибки средней (m). Результаты представлены в виде $M \pm m$. Характер распределения оценивали при помощи критерия Колмогорова-Смирнова ($n > 30$). Для анализа малых выборок (до 30 наблюдений) применяли непараметрические методы статистической обработки данных. Все переменные проверялись перед сравнительными анализами на нормальности распределения по тесту Шапиро-Уилки. При нормальном распределении переменных для определения различий между двумя независимыми группами использовали непарный t-критерий Стьюдента, а при непараметрическом – критерий Вилкоксона-Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1.1. Особенности variability сердечного ритма (BCP) у пауэрлифтеров в состоянии покоя

Результаты анализа временных показателей в покое в основной и контрольной группах показали следующее. Среднее значение R-R интервалов в основной группе было достоверно меньше по сравнению с контрольной группой (табл.1). SDNN у пауэрлифтеров было также значительно меньше по сравнению с контрольной группой и указывало на более выраженную активность симпатического отдела ВНС в управлении сердечным ритмом. Для пауэрлифтеров характерно снижение активности парасимпатического отдела ВНС, на что указывает меньшее значение RMSSD (табл. 1). В то же время значительное число работ, например [11, 12] отмечают усиление парасимпатических влияний на сердце у высокоотренированных спортсменов в состоянии относительного покоя. Повышенный тонус ва-

гуса в этой группе спортсменов косвенно участвует в повышении УОК и снижении артериального давления через удлинение периода диастолы [11, 12].

Таблица 1

Показатели сердечного ритма у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом (M±m)

Показатели	Группы		*p
	пауэрлифтеры (n=19)	контроль (n=20)	
RRNN,мс	790,95±19,84	905,24±25,76	0,002
SDNN, мс	41,34±4,07	58,58±3,93	0,006
RMSSD, мс	32,79±3,84	56,51±4,19	0,001
pNN50, мс	7,62±1,87	17,51±1,71	0,001
BP, мс	171,76±15,54	248,87±16,22	0,004
АМО, %	43,64±3,12	34,60±2,13	0,012
ИН, ед.	238,45±54,73	101,72±15,90	0,002
TP, мс ²	1675,77±344,70	3493,42±517,39	0,009
VLF, мс ²	494,17±105,90	456,69±120,31	0,808
LF, мс ²	605,12±156,20	1401,16±277,70	0,051
HF, мс ²	551,07±138,26	1610,14±235,35	0,000
LF/ HF	1,68±0,32	0,96±0,20	0,048
ИАП, ед.	3,18±0,85	5,08±1,36	0,221
ИЦ, ед.	1,47±0,37	0,41±0,09	0,005

*Примечание: RRNN — средняя продолжительность R-R интервалов; SDNN — стандартное отклонение интервалов R-R на всей записи ЭКГ; RMSSD — квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов N-N; PNN50% — процент NN 50 от общего количества последовательных пар интервалов R-R, различающихся более чем на 50 мс; АМО — амплитуда моды; ИН — индекс напряжения; ИЦ — индекс напряжения; ИАП — индекс активации подкорковых центров; TP — общая мощность спектра; VLF — мощность спектра в диапазоне очень низких частот; LF — мощность спектра в диапазоне низких частот; HF — мощность спектра в диапазоне высоких частот; LF/HF — соотношение мощностей спектра диапазонов низких и высоких частот; LF_{нн} — мощность спектра в диапазоне низких частот в нормализованных единицах; HF_{нн} — мощность спектра в диапазоне высоких частот в нормализованных единицах; ИАЦ — индекс активации подкорковых центров; ИЦ — индекс централизации; * p — различия между группами.*

Вариабельность сердечного ритма у пауэрлифтеров снижена практически в 2 раза по сравнению с контрольной группой (табл.1). На это указывает значения pNN50. На усиление симпатического отдела ВНС у пауэрлифтеров указывали и значения АМО (табл.1). Характерна централизация управления сердечным ритмом

у лиц, занимающихся пауэрлифтингом ($238,5 \pm 54,7$ у.е. против $101,7 \pm 15,9$ у.е. в контрольной группе, $p=0,002$). Снижение показателей ВСП, вероятно, связано с уменьшением парасимпатических влияний на сердце при сдвиге сердечного симпатико-вагусного баланса в сторону преобладания симпатических влияний, то есть указывает на повышенное напряжение механизмов регуляции сердечной деятельности. Напряжение деятельности сердца, по-видимому, направлено на обеспечение высокого уровня центрального и периферического кровотока, особенно в нижних отделах конечностей.

На усиление активности симпатического отдела ВНС в регуляции ритма сердца у пауэрлифтеров указывают и значения ВПП и ИВР (табл. 1). У спортсменов они значительно больше. Кроме того, индекс централизации у спортсменов был также значительно выше по сравнению с группой контроля ($1,47 \pm 0,37$ у.е. против $0,41 \pm 0,09$, $p=0,005$).

Сходные изменения обнаружены и в спектральных показателях ВСП. У спортсменов общая мощность спектра была значительно ниже (табл.1). Кроме того значительно меньше была и доля HF ($915,3 \pm 210,5$ мс² против $2517,1 \pm 417,09$ мс² в контрольной группе, $p=0,000$). Снижение общей мощности спектра у спортсменов происходит за счет LF и HF. На усиление симпатических влияний указывает также отношение LF/HF ($1,7 \pm 0,3$ против $0,96 \pm 0,2$ в контроле, $p=0,048$). Наши данные о сниженных показателях RMSSD, HF, TP и повышенном индексе LF/HF у спортсменов силовой направленности тренировочного процесса согласуются с данными работы [13], в которой установлено увеличение нормализованной мощности LF-волн, а также индекса LF/HF и снижении АДС после трехмесячной силовой тренировки у здоровых пожилых мужчин. Вместе с тем представленные наши данные не согласуются с результатами, полученными некоторыми исследователями, которые обнаружили, что в процессе тренировок растет общая мощность спектра, преимущественно за счет увеличения мощности дыхательных волн (HF-компонента) [2].

1.2. Показатели ВСП у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом в зависимости от спортивной квалификации

Сравнительный анализ временных и спектральных показателей у пауэрлифтеров в зависимости от спортивной квалификации показал следующее. Среднее значение R-R интервалов, SDNN достоверно не различались у разрядников (3-ий, 2-ой и 1-ый спортивные разряды) и высококвалифицированных спортсменов (КМС, МС и МСМК). Вместе с тем RRNN и SDNN у квалифицированных спортсменов были меньше (табл.2). Достоверные различия были выявлены в значениях rMSSD ($23,5 \pm 6,5$ мс против $37,9 \pm 3,9$ мс у разрядников, $p=0,048$), что указывает на повышение активности симпатического отдела ВНС. На активацию симпатического отдела ВНС у высококвалифицированных спортсменов также указывают и более высокие значения АМо, ИВР и ВПП (табл.2). Для мастеров спорта и кандидатов в мастера характерны более высокие значения индекса напряжения (ИН), что указывает на централизацию управления сердечным ритмом. Общая мощность спектра практически в 2 раза была ниже у спортсменов высокой квалификации. Достоверные различия выявлены по значениям LF компонента ($380,5 \pm 234,1$ мс² против $727,6 \pm 195,2$ мс², $p=0,048$ у разрядников). На активацию симпатического отдела ВНС указывало и отношение LF/HF. У кандидатов и мастеров спорта оно оказалось значительно выше $2,35 \pm 0,62$ против $1,32 \pm 0,29$ у разрядников.

Таблица 2

Показатели сердечного ритма у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом в зависимости от квалификации ($M \pm m$)

Показатели	Группы		*p
	разрядники (n=11)	мастера (n=8)	
RRNN, мс	805,95±24,30	763,44±31,33	0,350
SDNN, мс	46,36±4,70	32,13±6,10	0,098
rMSSD, мс	37,87±3,99	23,48±6,51	0,048
pNN50, мс	9,08±2,15	5,04±3,28	0,216
BP, мс	196,55±16,96	126,33±20,96	0,078
АМО, %	38,29±2,42	53,46±6,13	0,078
ИН, ед.	149,79±25,71	400,99±122,55	0,098
TP, мс ²	2021,24±453,71	1042,41±398,32	0,098
VLF, мс ²	576,22±142,96	343,75±124,53	0,350
LF, мс ²	727,64±195,19	380,52±234,13	0,048
HF, мс ²	684,03±182,27	307,32±162,74	0,098
LF/ HF	1,32±0,29	2,35±0,62	0,256
ИАП, ед.	2,99±0,83	3,54±1,86	0,884
ИЦ, ед.	0,78±0,20	2,72±0,75	0,098

Примечание: см. табл. 1

Таким образом, результаты нашего исследования показали, что занятия силовым троеборьем на определенном этапе негативно влияет на временные и спектральные показатели ВРС, косвенно на процессы энергообеспечения мышечной деятельности и в конечном итоге на работоспособность спортсменов.

ВЫВОДЫ

1. У спортсменов, занимающихся силовым троеборьем, происходит изменение как временных, так и спектральных показателей сердечного ритма. Показатели SDNN, rMSSD, pNN50, TP, LF, HF были достоверно меньше, а LF/HF выше соответствующих показателей здоровых нетренированных людей (контрольная группа), что указывает на усиление симпатических влияний и централизацию в управлении сердечным ритмом и связано, вероятно, с большим объемом нагрузок.

2. Отличительными особенностями сердечного ритма кандидатов и мастеров спорта были: сниженная вариабельность сердечного ритма (низкие значения rMSSD, pNN50) с преобладанием симпатической активности в симпато-вагусном балансе (высокие значения АМО, ИВР), а также существенное снижение мощности спектра во всех частотных диапазонах. Важную роль в этих особенностях играл повышенный индекс массы тела. Следовательно, гемодинамическое обеспе-

чение организма высококвалифицированных спортсменов (КМС, МС) происходит при более высоком напряжении механизмов регуляции сердечной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А., Батоцыренова Т.Е., Семёнов Ю.Н. и др. Соревновательный стресс у представителей различных видов спорта по показателям variability сердечного ритма // ТиПФК. – 2006. – № 1. – С. 2-4.

2. Аксёнов В.В., Артамонов В.Н., Мотылянская Р.Е., Парышкин Ю.А. Использование математического анализа ритма сердца для распознавания механизма некоторых форм нарушений функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов // ТиПФК. – 1981. – № 4. – С. 28-31.

3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. В помощь практическому врачу. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Методические рекомендации // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-87.

4. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. Руководство для врачей. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.

5. Мальцев А.Ю., Мельников А.А., Викулов А.Д., Громова К.С. Состояние центральной гемодинамики и variability сердечного ритма у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. – №1. – С. 112-118.

6. Меерсон Ф.З., Пшеничкова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 253 с.

7. Михайлов В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения метода. 2-е изд., перераб. и доп. Иваново: Ивановская ГМА, 2002. 290 с.

8. Явелов И.С. Variability ритма сердца при сердечно-сосудистых заболеваниях: взгляд клинициста. // Сердце. – 2006. – №1. – С. 18-23.

9. Bertovic D.A., Waddell T.K., Gatzka CD. et al. Muscular strength training is associated with low arterial compliance and high pulse pressure // Hypertension. – 1999. – V. 33. – P. 1385.

10. Braith R.W., Stewart K.J. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease // Circulation. – 2006. – V. 113. – P. 2642.

11. Buchheit M., Gindre C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load // Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol. – 2006. – V. 291. – P. 451.

12. Goldsmith R.L., Bigger J. J., Steinman R.C. et al. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men // J. Am. College Card. – 1992. – V. 20. – P. 552.

13. Melo R.C., Quiterio R.J., Takahashi A.C.M. High eccentric strength training reduces heart rate variability in healthy older men // Br. J. Sports Med. – 2008. – V 42. – P. 59.

14. Otsuki T., Maeda S., Iemitsu M. et al. Effects of athletic strength and endurance exercise training in young humans on plasma endothelin-1 concentration and arterial distensibility // Exp. Biol. Med. – 2006. – V. 231. – P. 789.

15. Pluim B.M., Zwinderman A.H., van der Laarse A., van der Wall E.E. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function // *Circulation*. – 2000. – V. 101. – P. 336.

16. Williams M.A., Haskell W.L., Ades P.A. et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the american heart association council on clinical cardiology and council on nutrition, physical activity, and metabolism// *Circulation*. – 2007. – V. 116. – P. 572.

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 10.12.2011.

Усл. п. л. 8,25. Тираж 500 экз.

Отпечатано ИП Скороходов В.А.

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