

**3**  
**2020**

ИНСТИТУТ ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

# НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Физиология*

*Психология*

*Профилактическая медицина*

*Педагогика*

*Обзоры*

МОСКВА

**Институт возрастной физиологии  
Российской академии образования**



**НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

№ 3(63) 2020

**Выходит с 2001 г.**

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

**Главный редактор**

Безруких Марьяна Михайловна

**Заместитель главного редактора**

Сонькин Валентин Дмитриевич

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Догадкина С.Б., к.б.н., Москва, РФ

(ответственный секретарь)

Морозова Л.В., д.б.н., проф.,

Архангельск, РФ

Лях В.И., д.б.н., проф.,

Краков, Польша

Криволапчук И.А., д.б.н.

Москва, РФ

Курганский А.В., д.б.н.

Москва, РФ

Соколова Л.В., д.б.н., проф

Москва, РФ

Губарева Л.Н., д.б.н.,

Ставрополь, РФ

Параничева Т.М., к.б.н.,

Москва, РФ

Адамовская О.Н., к.б.н.,

Москва, РФ

**СОСТАВИТЕЛЬ**

Догадкина С.Б.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО,

Москва, РФ

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Москва, РФ

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

Москва, РФ

Левушкин С.П. д.б.н., проф.

Москва, РФ

Сонькин В.Д., д.б.н., проф.

Москва, РФ

Айзман Р.И., д.б.н., проф.

Новосибирск, РФ

Сельверова Н.Б., д.м.н., проф.

Москва, РФ

Князева М.Г., д.б.н.,

Женева, Швейцария

Соловьева Ю.В., PhD

Пуэбло, Мексика

Баранцев С.А., д.п.н.

Москва, РФ

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

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

### **ВНИМАНИЕ!!!**

Журнал распространяется:

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

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

**«Новые исследования»** - М.: Институт возрастной физиологии,  
2020, № 3(63). - 152 с.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ФИЗИОЛОГИЯ

ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ КОРЫ И СЛОЕВ В ФУНКЦИОНАЛЬНО РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ОТ РОЖДЕНИЯ ДО 20 ЛЕТ Васильева В.А., Шумейко Н.С. ....	5
ПИЩЕВОЙ СТАТУС СЕЛЬСКИХ ДЕТЕЙ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ И СИБИРИ (ПО ДАННЫМ АНТРОПОМЕТРИИ) Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Бацевич В.А., Машина Д.А. ....	11
СОИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА НОВОРОЖДЕННЫХ И ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МАТЕРЕЙ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ Федотова Т.К., Горбачева А.К. ....	21
ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА У ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА Ширяева Т.П., Грибанов А.В. ....	40
О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ПРОЯВЛЕНИЕМ ПРИЗНАКОВ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КЛЕТОК ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ДЕТЕЙ ВТОРОГО ДЕТСТВА Чернова Г.В., Сидоров П.В., Ергольская Н.В., Козурова А.В., Иконникова Е.А., Сидоров В.В., Ширяева Л.В. ....	47

## ПСИХОЛОГИЯ

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ 15-16 ЛЕТ В СИТУАЦИИ МОБИЛИЗАЦИОННОЙ ГОТОВНОСТИ Криволапчук И.А., Чернова М.Б., Баранцев С.А., Мышьяков В.В. ....	61
АЛГОРИТМ ЭТАПНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ДЕВОЧЕК–ПОДРОСТКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ Зайцева Г.А., Криволапчук И.И. ....	71

## ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ОСОБЕННОСТИ УЧЕБНОЙ, ВНЕУЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ И РЕЖИМА ДНЯ УЧАЩИХСЯ ПЯТЫХ КЛАССОВ МОСКОВСКОЙ ШКОЛЫ Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н., Параничева Т.М., Шибалова М.С. ....	81
--	----

## **ПЕДАГОГИКА**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОВЛЕЧЕНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ В ПЕРИОД ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ Макеева А.Г. ....	93
К ВОПРОСУ ОБ УЧЕТЕ ЧИСЛА ГРАЖДАН, СИСТЕМАТИЧЕСКИ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ Жуков О.Ф. ....	100
ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЕ НОРМ ВФСК "ГТО" УЧАЩИМИСЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ Сафонова В.О., Мещеряков А.В., Соловьева Е.В. ....	108

## **ОБЗОРЫ**

ЦИРКАДИАННЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА КАК ХАРАКТЕРИСТИКА «БИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА». ОБЗОР Пронина Т.С. ....	115
ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ШКОЛЬНИКОВ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР) Догадкина С.Б., Кмить Г.В., Рублева Л.В. ....	132

# ФИЗИОЛОГИЯ

## ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ КОРЫ И СЛОЕВ В ФУНКЦИОНАЛЬНО РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ОТ РОЖДЕНИЯ ДО 20 ЛЕТ

В.А. Васильева, Н.С. Шумейко<sup>1</sup>

ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

*С помощью гистологических методик, морфометрии и статистического анализа изучали возрастные изменения толщины коры и слоёв в двигательной и зрительной областях коры полушарий большого мозга 89 человек от рождения до 20 лет. Установлено, что в процессе постнатального онтогенеза отмечается неравномерное изменение толщины коры и слоёв, которое происходит в функционально различных зонах коры большого мозга человека неодинаково.*

**Ключевые слова:** кора большого мозга, двигательная кора, зрительная кора, толщина коры, толщина слоёв.

**Changes in cortical thickness and layers of motor and visual areas of the human brain from birth to 20 years old.** *Using histological techniques, morphometry, and statistical analysis we studied age-related changes in the thickness of the cortex and layers of the motor and visual cortex of 89 people from birth to the age of 20 y.o. It has been established that in the process of postnatal ontogenesis there is an uneven change in the thickness of the cortex and layers. It occurs differently in functionally different areas of the cortex of the human brain.*

**Keywords:** cerebral cortex, motor cortex, visual cortex, cortical thickness, thickness of layers.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-5-10**

Коре большого мозга принадлежит ведущая роль в организации наиболее сложных форм поведения человека. Знание закономерностей структурных преобразований различных областей коры большого мозга в процессе онтогенеза является важным для характеристики функционирования здорового организма.

При проведении морфофункциональных исследований головного мозга человека недостаточно внимания уделяется изучению сроков и темпов нарастания толщины коры в постнатальном онтогенезе, хотя изучение таких параметров, как толщина и объём коры и её слоёв, проводились и ранее, но в ограниченных возрастных интервалах [4; 8]. Существует представление о том, что структурные преобразования в функционально отличающихся зонах протекают гетеродинамически и различаются по срокам. Количественная оценка толщины коры и отдельных слоёв позволяет определить степень различий в структурной организации функционально различных областей коры на разных этапах постнатального онтогенеза.

---

Контакты: <sup>1</sup> Шумейко Н.С. – E-mail: <shumejko-nina@yandex.ru>

С целью изучения специфики возрастных преобразований различных отделов мозга в процессе постнатального онтогенеза нами проанализированы микроструктурные изменения коры больших полушарий в двигательной (поля 4р, 6 и бор) и зрительной (поля 17, 18 и 19) областях. В задачу работы входило исследование показателей толщины коры и её слоёв в изученных полях большого мозга человека от рождения до 20 лет.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Материалом послужили 89 полушарий, преимущественно левых, головного мозга детей, подростков и юношей. Распределение материала проводилось в годовых интервалах. Фиксацию мозга производили в 10 %-ном нейтральном формалине с последующим обезживанием в спиртах восходящей концентрации. Парафиновые срезы мозга толщиной 10 микрон окрашивались крезильовым фиолетовым по Нисслю. С помощью окуляр-микрометра на фронтальных срезах на вершине извилины измеряли толщину коры и её отдельных слоёв. Для определения возрастных изменений средних значений размерных показателей при проведении измерений на группе срезов, полученных от разных индивидуумов, использовали метод оценки и сравнения средних величин с учётом вариабельности первичных измеряемых объектов и индивидуальной изменчивости [3]. Значимость различий между средними величинами изучаемых параметров разных возрастных групп или разных полей в одной возрастной группе определяли методами вариационной статистики с вычислением ошибки средней и доверительного интервала с уровнем значимости  $P=95\%$ .

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Общим для всех полей двигательной зоны является то, что наиболее интенсивный рост коры в толщину в ходе всего онтогенеза осуществляется в первый год жизни, однако, темпы роста в разных полях различны. К моменту рождения наибольшая толщина коры отмечается в первичном поле 4р ( $1660\pm 20$  мкм), наименьшая – во вторичных полях 6 ( $1355\pm 46$  мкм) и бор ( $1340\pm 22$  мкм). Значительное увеличение в толщину коры поля 4р отмечается от рождения до 3 месяцев. В поле 6 к 3 месяцам также наблюдается быстрый рост толщины коры, затем постепенное увеличение до 1 года. В поле бор от рождения до 1 года наблюдается равномерный рост коры в толщину. В полях 4р и 6 темпы роста толщины коры выше в первом полугодии жизни, а в поле бор – во втором полугодии. На 2-м году жизни величина годовых приростов толщины коры в изучаемых полях двигательной области постепенно уменьшается, хотя основной прирост наблюдается до 3 лет. К 7 годам годовые приросты заметно снижаются вплоть до 10 лет. По средним абсолютным значениям после 8 лет в поле бор, после 9 лет в поле 4р и после 12 лет в поле 6 отмечается уменьшение толщины коры с последующими незначительными колебаниями до 20 лет. Такое же уменьшение толщины коры с одновременным увеличением плотности нейронов на единицу площади в ряде полей головного мозга наблюдали и другие исследователи [1; 6]. Существуют данные о том, что уменьшение объёма коркового вещества наблюдается не только

у взрослых людей в процессе старения. В некоторых отделах мозга первые признаки этого процесса могут отмечаться уже после 16-18 лет и даже на более ранних этапах постнатального онтогенеза [7]. К 20 годам толщина коры в поле 6 составляет в среднем  $2480 \pm 112$  мкм, в поле бор –  $2433 \pm 126$  мкм, в поле 4р –  $2327 \pm 130$  мкм. Результаты обработки индивидуальных показателей по ширине коры и слоёв показали, что наиболее высокий уровень варибельности по ширине коры отмечается в поле 4р у новорожденных (15,3 %), в поле 6 – в 8-12 лет (8,5 %), в поле бор – до 1 года и в 8-12 лет (14,7 %).

Рост коры в толщину в полях двигательной области осуществляется главным образом за счёт ансамблеобразующих III и V слоёв. К моменту рождения наибольшая толщина III слоя наблюдается в поле 4р, где составляет в среднем  $730 \pm 20$  мкм. В полях 6 и бор толщина III слоя мозга новорожденных составляет в среднем  $595 \pm 22$  и  $525 \pm 20$  мкм соответственно. Толщина III слоя составляет 39-44 % от общего поперечника коры, толщина V слоя – 18-22 % от поперечника коры, что в 1,8-2,5 раза меньше по сравнению с III слоем. Толщина III и V слоёв достигает максимальных величин в поле бор к 8 годам, в поле 4р – к 9 годам, в поле 6 – к 12 годам. Прогрессивное развитие слоя III расценивается как признак того, что поля двигательной области выполняют высокие аналитико-синтетические функции [2]. Интенсивность увеличения толщины III слоя в проекционной зоне двигательной коры ниже, чем во вторичных проекционно-ассоциативных полях 6 и бор. Для III и V слоёв двигательной коры характерны более высокие значения коэффициентов вариации по сравнению со всей шириной коры. На фоне колебаний индивидуальных показателей толщина слоя III в полях 6 ор и 4р к 15-18 годам демонстрирует слабую тенденцию к снижению величины данного параметра с возрастом ( $p > 0,05$ ), что, вероятно, не случайно [7]. По толщине V слоя у юношей 17-20 лет отмечаются индивидуальные варианты значимых различий между премоторным отделом моторной коры (поле 6) и её первичной двигательной зоной (поле 4р).

В зрительной области наиболее значительные изменения толщины коры в полях 17, 18 и 19 происходят в течение первого года жизни, хотя и с различной интенсивностью. В полях 17 и 18 наиболее интенсивный рост толщины коры отмечается от рождения до 6 месяцев (в 1,6 раза), а в поле 19 – от рождения до 1 года (в 1,7 раза). Толщина коры проекционного поля 17 уже к 3 годам достигает толщины коры взрослого, а полей 18 и 19 лишь к 7 годам. Наибольшая толщина коры наблюдается в поле 19 и к 20 годам составляет в среднем  $2600 \pm 124$  мкм, в поле 18 –  $2597 \pm 96$  мкм и наименьшая – в поле 17 ( $2448 \pm 112$  мкм). Высокий уровень индивидуальной варибельности толщины коры во всех полях зрительной области отмечается к 6-7 годам, нарастая к подростково-юношескому возрасту.

Рост толщины коры зависит от роста слоёв и подслоёв. Интенсивность роста слоёв в различных полях неодинакова: она наиболее высока в IV слое поля 17 и III слое полей 18 и 19. Слой IV в значительной степени определяет функциональную специфику первичной зрительной коры. В полях 18 и 19 ведущим слоем является слой III. В первые три года жизни скорость роста IV слоя поля 17 выше, чем III слоя в полях 18 и 19. Опережающие темпы роста IV слоя поля 17 свидетельствуют о большой значимости данного слоя не только для формирования зрительной коры, но и связанных с ней корковых областей большого мозга человека [5]. Тол-



щина IV слоя в поле 17 стабилизируется после 6 лет, III слоя в полях 18 и 19 – после 8 лет. Скорость роста V слоя во всех полях незначительна. Во всех изученных полях низкими темпами роста характеризуются I, II слои. Темпы роста слоев нижнего этажа коры (VI, VII) менее интенсивны и замедляются к 7 годам. Вероятно, к этому возрасту в основном завершается формирование распределенных сетей, обеспечивающих взаимосвязи коры больших полушарий с подкорковыми структурами.

У новорожденных толщина IV слоя в поле 17 не превышает  $415 \pm 18$  мкм. Она в 1,2 раза меньше по сравнению с показателями слоя III в полях 18 и 19, поперечник которых составляет соответственно  $511 \pm 24$  мкм и  $449 \pm 18$  мкм. Несмотря на различия в абсолютных показателях, толщина этих слоев по отношению к общей толщине коры варьирует в узком диапазоне от 30 до 39 %. В поле 17 толщина IV слоя у новорожденных составляет 30 % по отношению к толщине коры, к 3 годам увеличивается до 38 % и остается примерно на одном уровне до 20 лет. Слои I, III и V в поле 17 в процессе постнатального онтогенеза относительно суживаются и составляют к 20 годам соответственно 9,7 %, 10,0 %, 11,0 %. В поле 18 толщина III слоя по отношению к общей толщине коры увеличивается от рождения до 20 лет с 33 % до 39 %. Толщина I, II, IV и V слоев нарастает примерно в 1,5-1,7 раза от рождения до 3 лет. Их относительная толщина существенно не изменяется в процессе онтогенеза и составляет 10-11 %. В поле 19 толщина III слоя по отношению к общей толщине коры увеличивается от рождения до 20 лет с 33 % до 37 %. После 8 лет толщина слоев поля 19 стабилизируется. Относительная толщина I, II и IV слоев в период от рождения до 20 лет существенно не изменяется и составляет соответственно 10,0 %, 8,0 %, 11,0 %. Слой V относительно суживается (с 16,4 % у новорожденных до 12,0 % к 20 годам), что также наблюдали Н.С.Преображенская и И.Н.Филимонов [4]. Индивидуальная вариабельность толщины слоя V велика во всех полях, особенно в проекционном поле 17, что свидетельствует о большой индивидуальной специфике системы обратных связей с подкорковыми структурами. Толщина слоев характеризуется более высоким уровнем вариабельности по сравнению с общей толщиной зрительной коры.

Индивидуальная изменчивость корковых структур рассматривается как результат адаптации к внешнесредовым факторам, а также к специфике интегративных процессов, осуществляемых центральной нервной системой.

## ВЫВОДЫ

1. В период от рождения до 20 лет в двигательной и зрительной областях коры большого мозга человека скорости роста толщины коры, слоев и степень выраженности индивидуальной вариабельности по-разному проявляются в различных полях, что, вероятно, обусловлено их функциональными характеристиками.

2. В полях двигательной области наиболее интенсивное увеличение толщины коры наблюдается в различные месяцы первого года жизни и в основном завершается в поле 4р к 3 годам, в полях 6 и 6ор – к 5 годам. В полях зрительной области толщина коры наиболее значительно увеличивается в течение первого года жизни и приближается к уровню взрослого в поле 17 к 3 годам, в полях 18 и 19 – к 7 годам.

3. Рост коры в толщину в двигательной коре осуществляется главным образом за счёт III и V слоёв, толщина которых достигает максимальных величин в поле бор к 8 годам, в поле 4р – к 9 годам, в поле 6 – к 12 годам. В поле 17 зрительной области рост коры в толщину происходит в основном за счет IV слоя, а в полях 18 и 19 – за счет III слоя, толщина которых стабилизируется в поле 17 после 6 лет, в полях 18 и 19 – после 8 лет.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева В.А. Структурные преобразования зрительной коры головного мозга человека в онтогенезе // Новые исследования по возрастной физиологии. – 1986. – №2 (27). – С. 32-37.

2. Кукуев Л.А. Структура двигательного анализатора (Эволюция, связи и роль в патологии мозга). – Л.: Медицина, 1968. – 279 с.

3. Потапова И.Г., Катинас Г.С., Стефанов С.Б. Оценка и сравнение средних величин с учётом вариабельности первичных измеряемых объектов и индивидуальной изменчивости // Архив анат., гистол. и эмбриол. – 1983. – Т.85. №9. – С. 86-92.

4. Преображенская Н.С., Филимонов И.Н. Затылочная область // Цитоархитектоника коры большого мозга человека. – М., 1949. – С. 240-253.

5. Khalil R., Levitt J.B. Developmental remodeling of corticocortical feedback circuits in ferret visual cortex // J. Comp. Neurol. – 2014. – Vol.522. N14. – P. 3208-3228. DOI: 10.1002/cne.23591.

6. Rabinowicz Th., Louba G., Heumann D. Morphologic maturation of the brain: a quantitative study // Brain fetal and infant. Current Research on Normal and Anormal Development. – The Hague, Nijhoff, 1977, XIV. – P.28-53.

7. Roders J.C., De Brito S.A. Cortical and Subcortical Gray Matter Volume in Youths with Conduct Problems: A Meta-analysis // JAMA Psychiatry. – 2016. – Vol. 73. N1. – P. 64-72.

8. Tamnes Ch.K., Herting M.M., Goddings A.-L., Meuwese R., Blakemore S.-J. et al. Development of the Cerebral Cortex across Adolescence: A Multisample Study of Inter-Related Longitudinal Changes in Cortical Volume, Surface Area, and Thickness. // Journal of Neuroscience. – 2017. – Vol. 37, № 12. – P. 3402-3412.

## REFERENCES

1. Vasil'eva V.A. Strukturnye preobrazovaniya zritel'noj kory golovnogogo mozga cheloveka v ontogeneze (Structural transformations of the visual cortex of the human brain in ontogenesis) / V.A Vasil'eva // Novye issledovaniya po vozrastnoj fiziologii. – 1986. – №2 (27). – S. 32-37.

2. Kukuev L.A. Struktura dvigatel'nogo analizatora (Jevoljucija, svjazi i rol' v patologii mozga) (Structure of the motor analyzer (Evolution, connections and role in the pathology of the brain)) / L.A.Kukuev – L.: Medicina, 1968. – 279 s.

3. Potapova I.G., Katinas G.S., Stefanov S.B. Ozenka I sravnenye srednikh velichin s uchotom variabel'nosti pervichnykh izmeryayemykh ob"ektov i individual'noy izmenchivosti (Evaluation and comparison of average values taking into account the vari-

ability of the primary measured objects and individual variability) / I.G.Potapova, G.S.Katinas, S.B.Stefanov. // Archiv anat., gistol. and embryol. – 1983. – T.85. N9. – P.86-92.

4. Preobrazhenskaja N.S., Filimonov I.N. Zatylochnaja oblast' (Occipital region) // Citoarhitektonika kory bol'shogo mozga cheloveka / N.S. Preobrazhenskaja, I.N. Filimonov. – M., 1949. – S. 240-253.

# ПИЩЕВОЙ СТАТУС СЕЛЬСКИХ ДЕТЕЙ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ И СИБИРИ (ПО ДАННЫМ АНТРОПОМЕТРИИ)

А.И. Козлов<sup>1</sup>\*\*\*, Г.Г. Вершубская\*, В.А. Бацевич\*, Д.А. Машина\*  
\* НИИ и Музей антропологии МГУ,  
\*\* Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»

По значениям индекса массы тела (ИМТ) мы оценили пищевой статус 2612 школьников 6-17 лет сельских районов Республик Коми (РК) и Тыва (РТ), Мурманской области (МО), Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Не выявлено отклонений в пищевом статусе у 84,6 % детей РТ, в остальных регионах у 69,2-73,4 % . Недостаточность питания обнаружена у 5,5 % школьников ХМАО и у менее 3 % в остальных группах. ИМТ превышает нормативы у 13,5 % тувинских детей и у 23,9-26,6 % в других регионах. У детей РК и МО распределение значений ИМТ в селе, райцентре и городе не различается. Городские тувинцы и школьники из крупных сёл ХМАО характеризуются повышенными долями имеющих как недостаточную, так и избыточную массу тела.

**Ключевые слова:** индекс массы тела, ИМТ, избыточная масса, ожирение, недостаточность питания

**Nutritional status of rural children from the European North of Russia and Siberia (assessed by anthropometry).** The study presents the assessment of nutritional status of 2,612 schoolchildren (6-17 y.o.) from the rural areas of the Komi Republic (RK), Tyva Republic (RT), Murmansk Region (MR), and Khanty-Mansi Autonomous Region (KMAR) based on the values of body mass index (BMI). The percentage of children whose nutritional status was considered normal was 84.6 % in RT and 69.2-73.4 % in the other regions. Undernourished subjects took 5.5 % in KMAR and less than 3 % elsewhere. Only 13.5 % of Tyva participants had BMI values above the norm, while in all the other study groups it was 23.9-26.6 % . In RK and MR, the distribution of children between nutritional statuses was similar in a village, a district center, and a big city. Tyva citizens as well as the residents of big settlements in KMAR comprised an increased proportion of both underweight and overweight subjects.

**Key words:** Body Mass Index, BMI, overweight, obesity, underweight.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-11-20**

В последние два десятилетия наряду с устоявшимися концепциями демографического и эпидемиологического переходов, в лексикон специалистов в области общественного здоровья и популяционной медицины вошло понятие нутрициологического перехода [18]. Под ним понимается комплекс экономических, социальных и культурных изменений, обеспечивших общую доступность пищи и распространение богатой насыщенными жирами, сахарами и рафинированными продуктами диеты, сочетающихся с переходом к сравнительно низкому уровню повседневных физических нагрузок.

---

Контакты: <sup>1</sup> Козлов А.И. - E-mail: <dr.kozlov@gmail.com>

Одно из наиболее известных последствий нутрициологического перехода – распространение в современном мире избыточной массы тела и ожирения. «Эпидемию ожирения» принято связывать с влиянием урбанизации [17; 21]. Однако следует иметь в виду, что суть урбанизации не в увеличении числа горожан, а в изменении образа жизни, включающего, помимо прочего, и смену характера питания [23]. Нутрициологический переход, действительно, начался в городах, но к «вестернизированным» диетам стали быстро переходить и сельские жители. На фоне снижения повседневной физической активности сельчан, покупные высококалорийные легко усвояемые продукты стали обеспечивать, по сравнению с традиционным «сельским» питанием, избыточное поступление энергии при той же массе (в граммах) потребляемой пищи [14; 19]. В результате в современном мире темпы распространения ожирения в сельских популяциях превысили те, что регистрируются у жителей городов [13]. Особую тревогу вызывает быстрый рост детского ожирения.

Российские исследователи уделяют значительное внимание проблеме избыточного веса и ожирения у детей [1; 4; 6; 9; 11]. При этом, однако, данные о ситуации в регионах Сибири, Ближнего и Крайнего Севера фрагментарны и требуют пополнения.

Цель настоящего исследования – оценить распространенность избыточной массы тела и ожирения у сельских детей 6-17 лет некоторых северных регионов Европейской части РФ, Западной и Восточной Сибири.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал для исследования получен в 2016-19 гг в сельских районах Республик Коми и Тыва, Мурманской области и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (далее ХМАО). Выборка включила 2612 учащихся общеобразовательных школ возрастом 6-17 лет.

Локализация, этническая характеристика и объём выборок представлены в Таблице 1.

*Таблица 1*

*Характеристика и объём выборок, обследования 2016-19гг.*

Место жительства	Этническая характеристика выборки	N
Мурманская обл., с.Ловозеро	Саамы, коми, смешанное население	222
Респ.Коми, с.Корткерос, Палевицы	Коми, смешанное население	628
ХМАО, сёла	Ханты, манси, смешанное население	222
ХМАО, п.Березово	Смешанное население	751
Респ.Тыва, с.Тоора-Хем	Тувинцы	377
Респ.Тыва, г.Кызыл	Тувинцы	412

В соответствии с административным статусом и размерами обследованных населённых пунктов, мы условно подразделяем их на малые посёлки со списочным составом от 38 до 637 жителей (среднее значение для обследованных поселе-

ний – 296 человек) и крупные сёла (824-2575, в среднем 1366 чел.), а также рай-центры (население 2871-7050, в среднем 4919 жителей).

Все обследованные в Республике Тыва дети – этнические тувинцы, потомки от моноэтнических браков. Школьники с.Тоора-Хем представляют группу тоджинцев, проживающие в г. Кызыл относятся к различным субэтническим группам тувинцев. У 54 % городских школьников оба родителя – уроженцы сельской местности, ещё у 20 % детей горожанином по рождению является только один из родительской пары.

Среди обследованных в Респ. Коми подавляющее большинство (более 90 % ) – коми (по самоопределению). Этнический состав других географических выборок разнообразнее, но распределение значений ИМТ у представителей коренных малочисленных народов Севера (манси и ханты в ХМАО, саамы и коми-ижемцы в Мурманской обл.) и представленного преимущественно русскими некоренного населения соответствующих регионов, не различается ( $p=0,941$  и  $p=0,878$  для указанных регионов соответственно). Соответственно, далее мы рассматриваем распределение значений массо-ростовых показателей (индекса массы тела) в популяциях без учёта этнического состава обследованных.

Источник данных – проведенные авторами настоящей публикации антропометрические обследования, а также информация из медицинских карт детей. Первичная обработка материалов показала, что распределение показателей, полученных по данным прямой антропометрии и по выкопировкам из медицинских карт, не различается ( $p=0,515$ ). Это позволило объединить данные собственных антропометрических обследований, медицинских карт и педиатрических осмотров детей (дублирование информации исключено).

Выявление индивидов с отклонениями по массо-ростовым показателям проводилось в соответствии с методическими рекомендациями «Оценка физического развития детей и подростков» Министерства здравоохранения РФ от 21 ноября 2017 года [10]. По индивидуальным данным длины и массы тела вычислялся индекс Кетле (далее ИМТ: масса тела в кг, отнесённая к квадрату длины тела в метрах). Оценка значений индекса проводилась путём ранжирования индивидуальных значений в Z-баллах, соответствующих количеству стандартных отклонений (SD) от установленной нормативами медианы признака. При отклонении ИМТ от медианы референтной выборки соответствующего пола и возраста выше +1 Z-балла ребёнок классифицировался как имеющий избыточную массу, при отклонении выше +2 Z-баллов – как имеющий ожирение. Заключение об умеренном недостатке массы делалось при значениях Z-баллов  $\geq -3$  до  $< -2$ , при -3Z и менее индивид расценивался как истощённый. Поскольку данная методика учитывает влияние возраста и пола, полученные значения характеризуют выборку в целом.

Подчёркнём, что применённая методика позволяет выявить лишь отклонения от нормативных значений ИМТ. Оценки не являются медицинским диагнозом и обозначают только ранг отклонений в пищевом статусе [12].

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

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования в региональных выборках мы рассмотрели распределение значений ИМТ, отклоняющихся от медианы референтной выборки соответствующего пола и возраста ниже – 2 и выше +1 Z-балла, то есть доли детей с недостаточной и избыточной массой тела (Таблица 2). Попарное сравнение не выявило межгрупповых различий в распределении ИМТ между сельскими детьми Республики Коми и Мурманской обл., однако обе эти группы значимо ( $p < 0,05$ ) отличаются от детей Ханты-Мансийского АО. Значимо отличается от остальных выборок распределение значений ИМТ у сельских детей Республики Тыва ( $p < 0,01$ ).

Таблица 2

*Пищевой статус (по индексу массы тела) сельских детей 6-17 лет  
Республик Коми и Тыва, Мурманской области и ХМАО*

Регион	Объём выборки	Пищевой статус (по ИМТ), %		
		Недостаточная масса тела	Без отклонений	Избыточная масса тела
Респ. Коми	628	1,9	<b>71,5</b>	26,6
Респ. Тыва	377	1,9	<b>84,6</b>	13,5
Мурманская обл.	222	2,7	<b>73,4</b>	23,9
ХМАО	222	5,5	<b>69,2</b>	25,3

Имеющиеся материалы позволили сравнить специфику распределения массоростовых индексов у сельских детей и их сверстников из тех же регионов, но проживающих в более крупных и больше вовлечённых в «модернизационные» процессы поселений: городах и районных центрах (Таблица 3).

Таблица 3

*Распределение значений ИМТ у детей 6-17 лет  
Севера Европейской части РФ и Сибири (в процентах)*

Населенный пункт, регион	Пищевой статус (по ИМТ), %				3+4
	1	2	3	4	
	Ниже нормы	<b>Норма</b>	Избыточный	Ожирение	
с. Ловозеро, Мурман. обл.	2,7	<b>73,4</b>	16,2	7,7	23,9
г. Мурманск <sup>1</sup>	3,7	<b>74,6</b>	17,6	4,1	21,7
с. Палевицы, РК	1,3	<b>74,7</b>	20,0	4,0	24,0
с. Корткерос, РК (райцентр)	2,0	<b>71,0</b>	17,0	10,0	27,0
с. Тоора-Хем, РТ	1,9	<b>84,6</b>	9,0	4,5	13,5
г. Кызыл, РТ	3,9	<b>78,4</b>	12,6	5,1	17,6
сёла, ХМАО	6,8	<b>68,4</b>	11,7	13,1	24,8
п.г.т. Березово, ХМАО (райцентр)	5,0	<b>69,3</b>	18,0	7,7	25,7

*Примечание: 1 – вычислено по [2], обследования 2012 года*

Согласно результатам попарных сравнений, различия между сельскими и городскими детьми Мурманской области, а также между школьниками крупного села Палевицы (Респ. Коми, население 1140 чел.) и сельского райцентра с. Корткерос (4838 чел.) недостоверны ( $p=0,62$  и  $0,08$  для указанных пар соответственно).

Однако статистически значимы ( $p=0,049$ ) различия в распределении ИМТ у детей Респ. Тыва, обследованных в селе Тоора-Хем (население 2387 чел.) и в г. Кызыл. Среди городских детей по сравнению с сельчанами значительно больше характеризующихся как отстаиванием, так и избытком массы тела.

Различаются и распределения значений ИМТ у школьников ХМАО, проживающих в сёлах и райцентре ( $p=0,013$ ). Доли детей с нормальными значениями ИМТ практически равны, но среди сельчан вдвое выше процент детей с ожирением (Таблица 3). Анализ выборок, сформированных на основании данных о размерах населённых пунктов (Таблица 4), показал, что дети из малых удалённых сёл отличаются от жителей и райцентра ( $p=0,0013$ ), и крупных посёлков ( $p<0,0001$ ) за счёт более «центрального» распределения значений ИМТ. Выборка школьников из крупных сёл, напротив, отличается от двух других ( $p<0,0001$  в обоих случаях) выраженным «краевым» распределением значений пищевого статуса. При высокой доле имеющих ИМТ ниже нормы (6,9 %), 13,8 % детей из крупных посёлков имеют избыточную массу тела, а ещё у 19 % выявлено ожирение.

Таблица 4

*Распределение значений ИМТ у детей 6-17 лет, проживающих в различных населённых пунктах ХМАО*

Размер населённого пункта (число жителей)*	N	ИМТ для возраста, %				
		Истощен.	Недостат.	Норма	Избыточный	Ожирение
Райцентр (7050)	751	1,0	4,0	<b>69,3</b>	18,0	7,7
Большое село (1442)	81	1,7	5,2	<b>60,3</b>	13,8	19,0
Малый посёлок (296)	141	2,0	5,8	<b>72,8</b>	10,7	8,7

*Примечания: \* для райцентра – списочное число жителей п.г.т. Березово, для остальных населённых пунктов – среднее для обследованных поселений указанного типа*

Таким образом, доля детей с ИМТ, отвечающим нормативным значениям, в выборках из ХМАО, Мурманской области и Респ.Коми близка и варьирует от 69,2 до 73,4 % . Среди школьников Респ.Тыва процент детей без отклонений в пищевом статусе выше, чем в остальных обследованных группах (84,6 %). Антропометрические признаки недостаточности питания в большинстве обследованных групп не достигают 3 %, однако в Ханты-Мансийском АО этот показатель выше (5,5 %). Большая часть отклонений в пищевом статусе (13,5 % среди тувинских детей, и 23,9-26,6 % в остальных группах) свидетельствует о превышении должной массы тела (Таблица 2).



Результаты нашего исследования подтверждают мнение о высоком проценте российских детей, имеющих избыточную массу тела, в том числе среди проживающих в Сибири и регионах Севера [1; 6; 7; 11].

Ранее мы указали на сходство распределения ИМТ у сельских и городских детей Пермского края и Архангельской области [9]. Эти данные, а также приведённые в настоящей публикации результаты сравнения распределения ИМТ у детей сёл и областного и районного центров Мурманской области и Республики Коми (Таблица 3), согласуются с общемировым трендом – сближением частот избыточной массы тела в городе и селе из-за охвата ожирением сельских популяций [13]. В этот процесс всё интенсивнее вовлекаются сельские жители северных, географически удалённых и ранее транспортно мало доступных регионов России [5; 8].

Материалы, полученные в Республике Тыва и Ханты-Мансийском АО (Таблицы 3, 4), позволяют рассмотреть особенности распределения показателей пищевого статуса школьников в группах, в разной степени вовлечённых в процесс урбанизации.

Выборка тувинских школьников из с.Тоора-Хем демонстрирует благополучную картину распределения значений ИМТ: самый высокий процент не имеющих отклонений в пищевом статусе, минимальную долю индивидов с превышением массо-ростовых показателей (Таблица 3). Горожане-тувинцы отличаются от сельчан ( $p=0,049$ ) повышенной частотой ИМТ, отклоняющихся от медианы референтной выборки за границы +1 и -2 Z-баллов. Таким образом, распределение показателей пищевого статуса у городских школьников-тувинцев характеризуется повышением частот «краевых» вариантов: недостаточностью и избыточностью носительной массы тела. Ещё ярче выражено такое «маргинальное» распределение значений ИМТ у детей из крупных сёл ХМАО (Таблица 4), отличающее их от сверстников как из районного центра, так и из малых посёлков ( $p<0,0001$  в обоих случаях).

В ряду наших выборок городские школьники-тувинцы и дети из крупных сёл ХМАО представляют группы, в наибольшей степени подверженные давлению урбанизационных изменений. Семьи 74 % школьников г.Кызыл – это мигранты из сельской местности, только переходящие к «городскому» типу питания. То же относится и к жителям крупных сёл ХМАО. Они находятся на пике нутрициологического перехода, тогда как в райцентре городского типа (п.г.т.Берёзово) взрослые и дети уже в основном ориентированы на покупные продукты, а население удалённых малых посёлков по-прежнему вынуждено ориентироваться на традиционную местную пищу.

Связанное с урбанизационными процессами нарастание отклонений ИМТ одновременно в сторону и отставания, и превышения нормативных показателей, описывают как «парадокс нутрициологического перехода». Первоначально его объясняли быстрым нарастанием массы тела у той части мигрантов, которые раньше других перешли на дешёвую, но излишне калорийную, жирную и сладкую покупную пищу [15; 16]. Дальнейшие исследования показали, что социально-экономическая, физиологическая и генетическая подоплека данного явления не столь проста [14; 20; 22], но рассмотрение этой темы требует серьёзного обзора, выходящего за рамки нашей статьи.

Подчеркнём, что «парадокс нутрициологического перехода» проявляется во многих обществах не только с невысоким, но и со средним уровнем экономического развития. Впервые он был описан именно на российских материалах второй половины 1990-х годов [15]. Относительно сглаженные черты подобного распределения показателей пищевого статуса мы видим в некоторых группах, представленных в данной публикации, а также у детей бывшего Бурят-Ордынского АО, ныне вошедшего в состав Иркутской области [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные данные пополняют информацию о пищевом статусе детей школьного возраста Севера Европейской части РФ, Восточной и Западной Сибири: Республик Коми и Тыва, Мурманской области, Ханты-Мансийского АО-Югры.

По данным антропометрических исследований не выявлено отклонений в пищевом статусе у 84,6 % детей Респ.Тыва и у 69,2-73,4 % сельских школьников остальных регионов.

Признаки недостаточности питания обнаружены у 1,9-2,7 % детей во всех выборках, кроме школьников ХМАО, у которых ИМТ ниже нормы выявлен у 5,5 % .

Большая часть отклонений в пищевом статусе (13,5 % среди тувинских детей, и 23,9-26,6 % в остальных группах) свидетельствует о превышении должной массы тела. Таким образом, результаты нашего исследования подтверждают мнение о высоком проценте сельских детей, имеющих избыточную массу и ожирение, в том числе среди проживающих в Сибири и регионах Севера.

Городские тувинцы 6-17 лет и школьники из крупных сёл ХМАО характеризуются повышенными долями имеющих как недостаточную, так и избыточную массу тела.

**БЛАГОДАРНОСТИ:** Выполнено в рамках НИР Антропология евразийских популяций (биологические аспекты) ЦИТИС № АААА-А19-119013090163-2 (Г.В., Д.М.). Частично поддержано грантами РФФИ 18-09-00487 (А.К.) и 18-09-00417 (В.Б.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянова И.В., Максимов А.Л., Вдовенко С.И. Динамика некоторых соматометрических показателей у молодых жителей Северо-Востока России за период 1975-2014 гг // Морфология. – 2016. – Т. 150. № 5. – С. 58-62.
2. Александров А.А., Звездина И.В., Котова М.Б. и др. Оценка состояния здоровья школьников г. Мурманска // Педиатрия. Журнал им. Г.Н.Сперанского. – 2015. – Т. 94. № 6. – С. 170-175.
3. Астахова Т.А., Черкашина А.Г., Рычкова Л.В. Показатели физического развития детей, проживающих в Осинском и Баяндаевском районах Усть-Ордынского бурятского национального округа // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – Т. 5. № 81. – С. 129-131.

4. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Бутрова С.А., Савельева Л.В. Ожирение в подростковом возрасте. Результаты Российского эпидемиологического исследования // Терапевтический архив. – 2007. – Т. 79. № 10. – С. 28-32.
5. Козлов А.И. Связанные с потреблением углеводов продуктов нутрициологические и генетические риски развития ожирения у коренных северян // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 1. – С. 5-16.
6. Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Людина А.Ю. Пищевой статус детей сельских районов Республики Коми и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры по данным антропометрии // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 3. – С. 33-39.
7. Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Пермякова Е.Ю. Статус питания сельских школьников Кольского Заполярья в 1995-2018 годах // Новые исследования (альманах). – 2018. – №2 (55). – С. 29-38.
8. Козлов А.И., Козлова М.А., Вершубская Г.Г., Шилов А.Б. Здоровье коренного населения Севера РФ: на грани веков и культур. – Пермь: РИО ПГГПУ, 2012. – 159 с.
9. Лир Д.Н., Козлов А.И., Вершубская Г.Г. и др. Избыточная масса тела и ожирение у детей 7-17 лет Северо-Запада РФ и Приуралья // Вестник Московского университета. Серия XXIII, Антропология. – 2018. – № 3. – С. 55-60.
10. Петеркова В.А., Нагаева Е.В., Ширяева Т.Ю. Оценка физического развития детей и подростков: Методические рекомендации. – М.: ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России; Альфа-Эндо, 2017. – 94 с.
11. Соболева Н.П. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространенность избыточной массы тела и ожирения // Российский медицинский журнал. – 2014. – №4. – С. 4-13.
12. Федеральные клинические рекомендации (протоколы) по ведению детей с эндокринными заболеваниями / Под ред. И. И. Дедова и В. А. Петерковой. – М.: Практика, 2014. – 442 с.
13. Bixby H., Bentham J., Zhou B., et al. Rising rural body-mass index is the main driver of the global obesity epidemic in adults // Nature. – 2019. – № 569. – P. 260–264. doi:10.1038/s41586-019-1171-x
14. Cockx L., Colen L., De Weerd J. Gomez Y Paloma S. Urbanization as a driver of changing food demand in Africa: Evidence from rural-urban migrants in Tanzania. - EUR 28756 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019. - 49 pp. doi:10.2760/515064.
15. Doak C.M., Adair L.S., Monteiro C., Popkin B.M. Overweight and underweight coexist within households in Brazil, China and Russia // J. Nutr. – 2000. – V. 130. № 12. – P. 2965–2971.
16. Doak C.M, Adair L.S., Bentley M., et al. The dual burden household and the nutrition transition paradox // Int. J. Obes. (Lond). – 2005. – V. 29. № 1. – P. 129-136. doi:10.1038/sj.ijo.0802824
17. Gersh B.J., Sliwa K., Mayosi B.M., Yusuf S. The epidemic of cardiovascular disease in the developing world: global implications // European Heart Journal. – 2010. – V. 31. – P. 642–648. doi:10.1093/eurheartj/ehq030
18. Popkin B.M. An overview on the nutrition transition and its health implications: the Bellagio meeting // Public Health Nutr. – 2002. – № 5. – P. 93-103.

19. Popkin B.M. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2006. – V.84. – P. 289–298.

20. Popkin B.M., Corvalan C., Grummer-Strawn L.M. Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality // *Lancet.* – 2020. – V. 395. № 10217. – P. 65-74. doi:10.1016/S0140-6736(19)32497-3

21. Wagner K.H., Brath H. A global view on the development of non-communicable diseases // *Prev. Med.* – 2012. – Vol. 54. Suppl. – S. 38-S41.

22. Wells J.C., Sawaya A.L., Wibaek R., et al. The double burden of malnutrition: aetiological pathways and consequences for health // *Lancet.* – 2020. – V. 395. № 10217. – P. 75–88.

23. Yusuf S., Reddy S., Ounpuu S., Anand S. Global burden of cardiovascular diseases. Part II: Variations in cardiovascular disease by specific ethnic groups and geographic regions and prevention strategies // *Circulation.* – 2001. – V. 104. – P. 2855–2864.

## REFERENCES

1. Averjanova I.V., Maksimov A.L., Vdovenko S.I. Dinamika nekotorykh somatometriческих pokazatelei u molodykh zhitelei Severo-Vostoka Rossii za period 1975-2014 gg // *Morfologiya.* – 2016. – V. 150. № 5. – P. 58-62.

2. Aleksandrov A.A., Zvezdina I.V., Kotova M.B., Berezina N.O., Ivanova E.I. et al. Ocenka sostoyaniya zdorov'ya shkol'nikov g.Murmanska // *Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo.* – 2015. – V. 94. № 6. – P. 170-175.

3. Astahova T.A., Cherkashina A.G., Rychkova L.V. Pokazateli fizicheskogo razvitiya detej, prozhivayushchikh v Osinskom i Bayandaevskom rajonax Ust-Ordynskogo buryatskogo nacionalnogo okruga // *Byulleten VSNC SO RAMN.* – 2011. – T. 5. – № 81. – P. 129–131.

4. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Butrova S.A., Savel'eva L.V. Ozhirenie v podrostkovom vozraste. Rezul'taty Rossijskogo epidemiologicheskogo issledovaniya // *Terapevticheskij arhiv.* – 2007. – V. 79. № 10. – P. 28-32.

5. Kozlov A.I. Svyazannye s potrebleniem uglevodnykh produktov nutritsiologicheskie i geneticheskie riski razvitiya ozhireniya u korennykh severyan // *Voprosy Pitaniya.* – 2019. – V. 88. № 1. – P. 5-16.

6. Kozlov A.I., Vershubskaya G.G., Lyudinina A.YU. Pishchevoj status detej sel'skih rajonov Respubliki Komi i Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga - YUgry po dannym antropometrii // *Voprosy pitaniya.* – 2020. – T. 89, № 3. – P. 33-39.

7. Kozlov A.I., Vershubskaya G.G., Permyakova E.YU. Status pitaniya sel'skih shkol'nikov Kol'skogo Zapolyar'ya v 1995-2018 godah // *Novye issledovaniya (al'manah).* – 2018. – №2 (55). – P. 29-38.

8. Kozlov A.I., Kozlova M.A., Vershubskaya G.G., SHilov A.B. Zdorov'e korenogo naseleniya Severa RF: na grani vekov i kul'tur. – Perm': RIO PGGPU 2012. – 159 p.

9. Lir D.N., Kozlov A.I., Vershubskaya G.G. i dr. Izbytochnaya massa tela i ozhirenie u detej 7-17 let Severo-Zapada RF i Priuralja // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII, Antropologiya.* – 2018. – № 3. – P. 55-60.

10. Peterkova V.A., Nagaeva E.V., Shiryayeva T.Yu. Ocenka fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov: Metodicheskie rekomendacii. – M.: FGBU «NMICz e`ndokrinologii» Minzdrava Rossii; Alfa-Endo, 2017. – 94 p.

11. Soboleva N.P. Bioimpedansnyj skringing naseleniya Rossii v centrah zdorov'ya: rasprostranennost' izbytochnoj massy tela i ozhireniya // Rossijskij medicinskij zhurnal. – 2014. – №4. – P. 4-13.

12. Federalnye klinicheskie rekomendacii (protokoly) po vedeniju detej s endokrinnyimi zabojevanijami / Pod red. I. I. Dedova i V. A. Peterkovej. – M.: Praktika, 2014. – 442 p.

# СОИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА НОВОРОЖДЕННЫХ И ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МАТЕРЕЙ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ

Т.К. Федотова<sup>1</sup>, А.К. Горбачева  
НИИ и Музей антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова

*В задачу исследования входит оценка сочтанности пространственно-временной динамики морфологического статуса новорожденных и 17-летних девушек как их потенциальных матерей в процессе адаптации к разному уровню антропогенной нагрузки и разной степени дискомфорта климата, по литературным данным. В работе задействовано более 200 региональных исследований физического статуса новорожденных и девушек 17 лет за разные годы в РФ и сопредельных странах. Мета-анализ показал, что усиление лептосомности телосложения потенциальных матерей во второй половине 20 века происходило синхронно с усилением лептосомности новорожденных. По материалам только Москвы показано также существование альтернативного комплекса временной динамики до 1960-х: увеличение тазогребневого диаметра у поколения потенциальных матерей, обхвата груди новорожденных и некоторого уменьшения длины тела новорожденных и их потенциальных матерей можно рассматривать как свидетельство существования единого адаптивного комплекса мать-новорожденный, чувствительного к меняющимся условиям среды, и указывает на актуальность совместного рассмотрения адаптивных процессов новорожденных и их родителей в популяционных исследованиях.*

**Ключевые слова:** антропология; ростовые процессы; биосистема мать-новорожденный; год рождения младенцев; весо-ростовые и обхватные размеры новорожденных; весо-ростовые показатели и поперечный диаметр таза потенциальных матерей; лептосомизация.

***Co-variability of morphological status of newborns and their potential mothers during adaptation to environment.*** The goal of study is to assess the associations of temporal-spatial dynamics of morphological status of newborns and 17-year-old girls as their potential mothers through the adaptation process to different level of anthropogenic pressure and different degree of climate discomfort, based on literary data. The analysis embraces over 200 regional studies of physical status of newborns and 17-year-old girls from 1950s to 2010s in Russia and neighboring countries. Meta-analysis showed that through the second half of the XXth century the increase of leptosomic changes of the bodies of potential was synchronous to those of the newborns. According to the data from Moscow only, before the 1960-s there existed the alternative temporal dynamics: some increase in pelvic diameter in potential mothers and chest circumference of newborns combined with some decrease of newborns length. Synchrony of morphological dynamics of newborns and their mothers may be seen as evidence of existence of entire adaptive “mother-newborn” complex, sensitive to changing environmen-

---

Контакты: <sup>1</sup> Федотова Т.К. – E-mail: <angoria@yandex.ru>

*tal factors. It indicates the urgency of combined analysis of adaptive processes of newborns and their parents in population studies.*

**Key words:** *anthropology; growth processes; mother-newborn biosystem; year of birth of a newborn, newborn length, weight, and chest circumference; height/weight indices and pelvic diameter of potential mothers; leptosomic changes.*

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-21-39**

Биосистема мать-плод (мать-новорожденный) представляет собой единый многоуровневый комплекс, элементы которого находятся в непрерывном взаимодействии и адаптации друг к другу и факторам внутренней и внешней среды. Биологическая направленность регуляторных и адаптационных процессов этой системы подчинена выполнению основной репродуктивной задачи – вынашиванию и рождению ребёнка. Материнский организм является той непосредственной средой, к которой адаптируется плод в процессе внутриутробного развития, соответственно морфофункциональные характеристики новорожденных как маркер качества внутриутробного роста отражают весь комплекс биосоциальных характеристик организма матери – состояние здоровья, морфологический, нутритивный, социальный статус, уровень экологического в широком смысле стресса во время беременности [5; 6; 18; 19; 21; 31; 32; 33; 36; 42; 49; 57; 58; 60; 61]. Дифференциация морфологической изменчивости новорожденных по полу, порядку родов, гестационному возрасту, а также расовой/этнической и территориальной принадлежности учитывается при разработке национальных стандартов [62, 69, 77, 78].

В целом ряде исследований система «мать-новорожденный» рассматривается как неделимый комплекс физиологической адаптации и чувствительный индикатор изменений параметров среды и их продолжительности: стабилизации/дестабилизации общей экономической ситуации, ухудшения/улучшения статуса питания, динамики уровня антропогенной агрессии (информационный стресс, техногенные загрязнения среды). Так, для Петербурга показано наличие тенденции увеличения роста и веса новорожденных в 1980-е годы, уменьшения в 1990-е годы и нового повышения в 2000-е годы. При этом динамика антропометрических показателей взрослого населения свидетельствует об устойчивом улучшении биологического статуса петербуржцев после окончания Великой Отечественной войны вплоть до конца 1960-х годов, кратковременной стагнации в середине 1970-х годов, которая сменилась снижением, а затем и серьезным падением вплоть до конца 1990-х годов, серьезное ухудшение качества жизни и здоровья женщин отмечается в 1980-1994 гг. На рубеже XX и XXI вв. произошла смена тенденции и биологический статус начал улучшаться [31].

Для города Кургана показано, что в первое десятилетие настоящего столетия анатомические показатели тела новорожденных детей, длина тела и обхват головы, уменьшались. Продольные размеры тела девушек, неуклонно возраставшие на протяжении второй половины прошлого столетия, уменьшились на 4 см, достоверно уменьшились прямые и поперечные размеры их таза (явление грацилизации телосложения). Снижение на 3-7 % антропометрических показателей сопровождается снижением на 0,5 балла показателя шкалы функциональной зрелости новорожденных Курганской области, что связано не в последнюю очередь с уменьше-

нием потребления населением на одну треть продуктов животного происхождения, содержащих полноценный протеин [14]. Явление децелерации новорожденных рассматривается как биологическая адаптивная реакция; нормализация функциональной зрелости новорожденных и повышение репродуктивного потенциала населения определяется не столько стабилизацией экономической ситуации в регионе, сколько развивающейся биологической адаптацией населения к сложившейся социально-экономической ситуации [14; 32; 33; 57]. В неблагоприятных условиях развития становится более выраженным половой диморфизм по показателям длины и массы тела, обхвату головы новорожденных за счет большего снижения антропометрических показателей девочек; диспропорции в темпах снижения размеров головы и туловища новорожденных (уменьшение соотношения обхват головы/длина тела) более выражены в семьях высокорослых родителей, что позволяет говорить о повышенной уязвимости программы роста детей вследствие акселерации [14].

С 1960-х по начало 2000-х гг. акселерационные изменения жителей Чукотки, Бурятии, Тюменской области, Республики Коми и Пермского края выразились в увеличении длины тела новорожденных и их матерей при относительном или абсолютном снижении массы тела младенцев и ширины таза женщин, повышении долихоморфности телосложения [5]. Для младенцев г. Воронежа выявлена отрицательная динамика показателей окружности головы и грудной клетки в среднем на 1,2 см с 1990 г. с минимальными средними значениями в 2009 г.; авторы отмечают, что у женщин с более низкими показателями массы и длины тела более маленькие дети [38]. В Литве за последние три десятилетия 20 века женщины репродуктивного возраста стали более высокими и худыми; для девочек и мальчиков литовской национальности всех групп гестационного возраста отмечается тенденция непрерывного увеличения длины тела в сочетании с уменьшением ИМТ [59]. Для новорожденных Белгорода [19] показана децелерация морфофункциональных признаков, начиная с 1980х в сочетании с увеличением обхвата живота как свидетельство уменьшения развития костно-мышечного соматического компонента при увеличении жировой составляющей; наиболее тесно морфологические показатели новорожденных связаны с массой тела и размерами таза матерей, в меньшей степени с длиной тела матери.

Цель настоящего исследования на современных и ретроспективных литературных материалах, охватывающих широкий спектр городов РФ с разными медико-экологическими характеристиками, оценить сочетанность пространственно-временной динамики морфологического статуса новорожденных и их потенциальных матерей в процессе адаптации к разному уровню антропогенной нагрузки и разной степени дискомфорта климата.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

К настоящему мета-анализу привлечено более 200 региональных исследований физического статуса новорожденных и физического и репродуктивного статуса девушек 17 лет за разные годы. Оговоримся, что морфологический статус 17-летних девушек, в первую очередь величину скелетных размеров – длину тела и ширину таза – можно с оговорками считать дефинитивным для популяции, воз-



растная соматическая динамика у девушек после 17 лет, как правило, недостоверна, что позволяет рассматривать морфологические показатели этой возрастной когорты как статус потенциальных матерей. Выборки новорожденных ограничены одиночно рожденными доношенными детьми, в подавляющем большинстве перворожденными. Основным источником информации являются сборники по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей РФ и бывшего СССР [23-28, 52-53] и ряд оригинальных исследований, в том числе с пространства Литвы и Беларуси [1; 8; 10; 30; 39; 41; 44; 48; 59; 72; 78]. В материалы работы вошли исключительно городские выборки для усиления гомогенности массива данных. Для подтверждения достоверности тенденций пространственно-временной изменчивости морфологических показателей в качестве контроля (генетического фона) привлечены группы 17-летних юношей.

В числе факторов среды, определяющих пространственно-временное разнообразие морфологического статуса населения, учитывались 1) год обследования, он же год рождения новорожденных, как обобщенный фактор уровня антропогенной нагрузки; большинство выборок относятся к 1950м-2010м гг., но есть единичные довоенные выборки; 2) численность населения городской агломерации (тыс. чел.), тесно связанная с уровнем доходов и нутритивным статусом населения и частотой социально значимых заболеваний как маркера уровня стресса; 3) уровень техногенных загрязнений атмосферы (выбросы в атмосферу в тыс. тонн); 4) средняя минимальная температура января и 5) размах средних температур января и июля (min-max) как показатели дискомфорта климата; 6) географическая широта как обобщенный показатель температурного режима, статистически достоверно связанный с количеством ультрафиолета и статусом витамина D, играющего принципиальную роль для роста костной ткани. Оговоримся, что обеспеченность плода и новорожденного витамином D напрямую зависит от содержания витамина D у матери, а его источником в современной антропогенной среде в большей степени, возможно, является статус питания, нежели климато-географическая специфика [34; 64; 75].

Для оценки ассоциированности морфологических показателей населения с экологическими факторами использовался корреляционный анализ. Далее в таблицах приводятся классические корреляции Пирсона. В ходе работы были рассчитаны также ранговые корреляции Спирмена, которые часто используются для случаев, когда распределение коррелируемых показателей отлично от нормально-го Гауссова; они мало отличаются в нашем случае от корреляций Пирсона и даже несколько выше.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В таблице 1 приведены результаты корреляционного анализа с годом обследования весоростовых показателей поколения 17-летних девушек и юношей и весоростовых и обхватных показателей новорожденных. Обращает на себя внимание достоверная тенденция увеличения в историческом времени длины тела двух рассматриваемых поколений, более всего выраженная у потенциальных матерей  $R=0,64$ , соответственно коэффициент детерминации или вклад временного фактора в динамику размера составляет около 0,36 (36 %). Несколько меньше, но

близок по величине коэффициент корреляции у контрольной группы юношей  $R=0,50$  (коэффициент детерминации 0,25); еще меньше у новорожденных обоего пола  $R=0,40-0,44$  (коэффициент детерминации 0,16-0,19). Таким образом, эпохальное увеличение длины тела является универсальной синхронной тенденцией как для периода внутриутробного роста, так и на завершающей стадии морфофункционального развития в восходящем периоде онтогенеза. При этом корреляция массы тела девушек с временным фактором куда более скромная  $R=0,30$  (коэффициент детерминации 0,09), что свидетельствует об усилении лептосомности телосложения женской части населения в историческом времени на фоне известной синхронности прибавок длины и массы тела у юношей 17 лет. У новорожденных детей обоего пола не выявляется достоверная временная динамика массы тела, что также свидетельствует об усилении лептосомности телосложения по аналогии с поколением матерей. Что касается обхватных размеров новорожденных, то обхват груди обнаруживает временную стабильность у младенцев обоего пола, а обхват головы отрицательную временную динамику  $R= -0,26 - -0,27$  (коэффициент детерминации соответственно 0,07), что также вносит вклад в тенденцию усиления лептосомности младенцев.

Таблица 1

*Корреляции размеров тела новорожденных и 17-летних юношей и девушек с годом проведенного обследования*

год	новорожденные								17-летние юноши и девушки			
	мальчики				девочки				юноши		девушки	
	рост	вес	о. гол.	о. гр.	рост	вес	о. гол.	о. гр.	рост	вес	рост	вес
	<b>0,44*</b>	0,03	<b>-0,27*</b>	-0,12	<b>0,41*</b>	0,09	<b>-0,27*</b>	-0,13	<b>0,51*</b>	<b>0,53*</b>	<b>0,64*</b>	<b>0,30*</b>

*Примечание: Звездочками обозначены достоверные корреляции (P от 0,05 до 0,001)*

Автономность динамики весоростовых и обхватных размеров новорожденных хорошо согласуется с литературными материалами. Жироотложение, обхват живота, пондеральный индекс связаны с факторами среды (материнская физиология и нутритивный статус), скелетные размеры (длина тела, ноги, обхват головы) имеют наследственную обусловленность [66; 70; 74]; опосредованность длины ноги новорожденного длиной тела родителей трактуется как «безопасный механизм» увеличения длины тела младенца без риска акушерских осложнений. В другой трактовке [11] вес и рост представляют фактор общего размера; обхваты головы и груди и их соотношение с весоростовыми показателями представляют фактор пропорциональности, уменьшение соотношения обхватных и габаритных размеров сочетается с уменьшением адаптивного потенциала младенцев и повышением частоты стигм дизэмбриогенеза. Выявленное в настоящей работе сочетание соматических трендов позволяет говорить о секулярном ослаблении адаптивного потенциала младенцев. В ряде региональных исследований особенностей физического развития и репродуктивного статуса девушек на рубеже тысячелетий

обсуждаются секулярные тенденции астенизация/лептосомизация морфологического статуса девочек-подростков и молодых взрослых женщин, поперечное сужение размеров таза, как значимые факторы децелерации и астенизации новорожденных [2; 3; 9; 12; 13; 40; 46; 47; 50; 55; 67; 73]. Отметим также, что специфика современного витка вековой тенденции в юношеском возрасте, в частности, стабилизация показателя длины тела, трактуется в экономически развитых странах с точки зрения полной реализации генетической программы в благоприятных социально-экономических условиях; большинство российских авторов расценивает этот тренд как следствие влияния неблагоприятных социально-экономических и в целом экологических факторов, характеризующих современную Россию [7; 56; 63; 68; 71; 76].

Для рассмотрения процессов адаптации в отдельных регионах авторы не располагают достаточным материалом, тем не менее, приводим результаты временной динамики морфологического статуса новорожденных и их потенциальных матерей для Москвы. Тенденции, выявленные отдельно для Москвы, в целом соответствуют общим универсальным тенденциям для всей совокупности выборок, рассмотренным выше. На рис.1 показана практически непрерывная тенденция увеличения длины тела 17-летних девушек, более скромный тренд увеличения длины тела у новорожденных обоого пола, отсутствие значительной временной динамики по ширине таза у девушек и по объёму груди у новорожденных обоого пола.

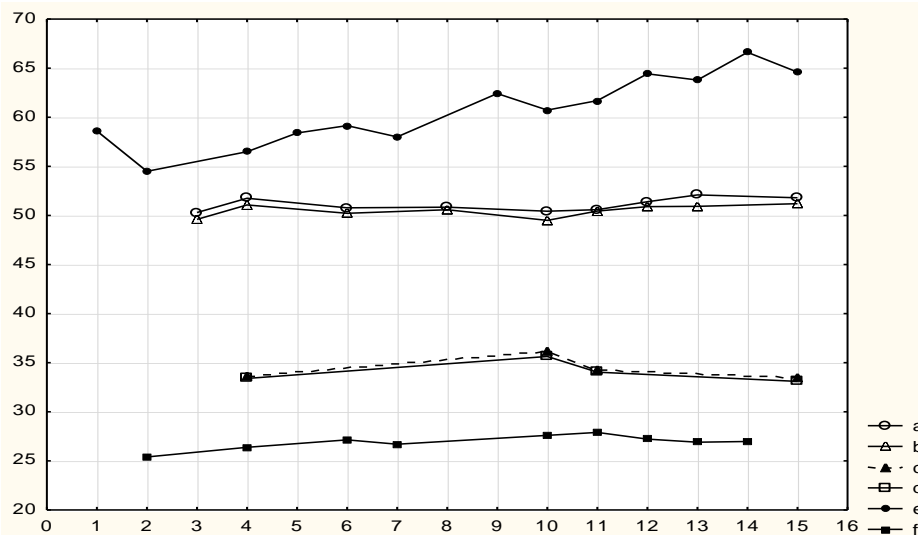


Рис. 1. Динамика размеров тела новорожденных Москвы и их потенциальных матерей: a-b – рост новорожденных (мальчики и девочки), c-d – окружность груди новорожденных (мальчики и девочки), e – рост 17-летних девушек с поправкой (рост – 100), f – ширина таза 17-летних девушек. Ось X – годы обследования (1-2 – 1920-е, 3-4 – 1930-е, 5-6 – 1950-е, 7-10 – 1960-е – 1970-е, 11 – 1980-е, 12 – 1990-е, 13 – 2005-06, 14-15 – 2010 - е); ось Y – размеры тела, см.

Усиление узкосложности у поколения потенциальных матерей совпадает с таким же усилением узкосложности у новорожденных. Обращает на себя внимание переломная точка на кривых динамики. До рубежа 1960х-70х гг. отмечается некоторое секулярное увеличение показателей поперечного развития тела – тазогребневого диаметра девушек 17 лет и обхвата груди у младенцев обоего пола – в сочетании с некоторым уменьшением показателя продольного развития тела – длины тела младенцев. Далее отмечается противоположный вектор секулярной динамики: стабилизация или даже некоторое уменьшение величины тазогребневого диаметра 17-летних девушек, уменьшение обхвата груди младенцев, увеличение длины тела младенцев. Эти результаты хорошо согласуются с материалами исследования столетней динамики размеров тела московских новорожденных с 1874 по 1965 -эпохальная тенденция к увеличению обхвата головы на фоне увеличения сагиттальных размеров женского таза [36].

В таблице 2 анализируется синхронность соматической адаптации новорожденных и поколения 17-летних девушек и юношей к отдельным антропогенным и климатическим факторам среды. Отметим, что региональный комплекс условий ниши развития представляет суперпозицию множества разных специфических факторов и может определять локальную специфику суммарного вектора адаптации; автономное влияние отдельного фактора сложно вычлениить в этом контексте. В этой части анализа задействованы только выборки 2000-2010 гг. для исключения влияния временного фактора, рассмотренного выше. Это ограничение, к сожалению, существенно уменьшило число рассматриваемых групп. Корреляции морфологических параметров с экологическими факторами достигают уровня достоверности в случае трех экзогенных факторов. Связи роста 17-летних девушек и веса 17-летних юношей с размахом температур имеют отрицательный знак и уровень порядка  $R = -0,3$  – чем больше колебания температурного режима и дискомфортность климата, тем ожидаемо меньше габаритные размеры. При увеличении уровня техногенных загрязнений атмосферы достоверно уменьшается масса тела новорожденных девочек  $R = -0,59$ , и та же тенденция, близкая к уровню достоверности, обнаруживается у новорожденных мальчиков. С увеличением численности населения городской агломерации ожидаемо увеличиваются длина тела 17-летних девушек и масса тела новорожденных девочек. Незначительное число биологически содержательных антропо-экологических связей не позволяет сделать выводы о синхронности пространственной морфологической динамики новорожденных и матерей и может быть связано как с небольшим числом выборок, в первую очередь новорожденных, так и с процессами перекрестной адаптации. С одной стороны, современная урбоэкологическая среда в целом универсальна, однообразна, достаточно агрессивна, оказывает конвергирующее влияние на население и уменьшает морфологическое разнообразие. В ряде регионов в структуре факторов ниши развития доминируют антропогенные факторы, в том числе антропогенное загрязнение атмосферного воздуха [22; 51; 54; 58]. В нефтедобывающих регионах Тюменской области на фоне высокого уровня антропогенного прессинга в сочетании с условиями полноценного белкового питания населения зафиксировано нивелирование расовых и социальных влияний на уровень развития новорожденных. Напротив, для регионов с экстремальными климатическими условиями фиксируется приоритет климатических факторов относительно

антропогенных в формировании соматической изменчивости детей разного возраста: Европейский Север [20] Алтай [15], условия Крайнего Севера [17; 54]; для детей младшего возраста в Сибири [43], аридной зоне Туркменистана [16] ослаблено проявление секулярного тренда.

Таблица 2

*Корреляции размеров тела новорожденных и 17-летних юношей и девушек с экзогенными факторами*

Признаки	новорожденные				17-летние юноши и девушки			
	мальчики		девочки		юноши		девушки	
	рост	вес	рост	вес	рост	вес	рост	вес
Численность населения	-0,09	0,43	0,06	<b>0,75*</b>	0,22	0,07	<b>0,30*</b>	0,16
Географ. широта	0,35	0,16	0,16	-0,07	-0,05	-0,00	-0,17	-0,04
Min t января	-0,39	-0,14	-0,32	-0,03	0,09	0,23	0,23	0,15
Размах колебаний t	0,39	0,09	0,36	-0,02	-0,16	<b>-0,30*</b>	<b>-0,27*</b>	-0,19
Атмосферные выбросы	-0,12	-0,36	-0,34	<b>-0,59*</b>	0,27	0,15	-0,19	0,13

*Примечание: Звездочками обозначены достоверные корреляции (P от 0,05 до 0,001)*

В таблице 3 представлена оценка ассоциаций морфологических параметров поколения матерей (17 и в отдельных выборках 18 лет), которые в контексте работы можно считать генетической характеристикой популяции и морфологического статуса новорожденных. Значимым фактором изменчивости длины тела младенцев обоего пола и массы тела новорожденных девочек является длина тела поколения матерей – чем она больше, тем больше весоростовые показатели новорожденных. Корреляции этого показателя материнской морфологии с обхватными размерами новорожденных не достигают уровня достоверности, но интересны своим отрицательным знаком – чем выше мать, тем грацильнее потомство, что вновь возвращает нас к теме о понижении адаптивного потенциала и повышенной уязвимости программы роста детей у родителей акселератов. Отметим, что по результатам некоторых исследований изменчивость роста и веса новорожденных обоего пола определяется преимущественно ростом и весом рожениц и годом рождения, при этом показатели социального и брачного статуса и этническая принадлежность матери не оказывают существенного влияния [31]. В целом уровень корреляций весо-ростовых показателей, как и размеров таза, матерей и новорожденных, приводимый в ряде исследований [19; 32; 44] не превышает, как правило, уровня 0,3, что соответствует обычному уровню межсистемных связей. Однако в литературе приводятся и более высокие значения корреляций тотальных размеров тела ребенка с размерами таза матери, например, для разных этно-территориальных групп Сибири 0,31-0,43 [5]. В рамках концепции корреляционной адаптометрии [45], рассматривающей более высокую коррелированность показателей как свидетельство повышенного адаптационного напряжения, это мо-

жет указывать на более высокую адаптационную нагрузку на женскую часть популяций Севера сравнительно с городами Москвой, Санкт-Петербургом, Белгородом, Курганом и т.д. Не исключено, что большинство антропометрических показателей новорожденных, в первую очередь габаритные размеры, рост и вес, в меньшей степени зависят от этнического происхождения, чем показатели пропорциональности, описывающие гетерохронию роста. Так, для новорожденных Кабардино-Балкарии отмечены некоторые особенности, которые могут отражать генетические признаки, развившиеся в процессе многовековой адаптации к горному климату: дети балкарской национальности отличаются показателем высоты головы и шеи, длины туловища, бедра, стопы, передне-заднего диаметра головы и шеи [41].

Таблица 3

*Корреляции размеров тела новорожденных  
с размерами тела их потенциальных матерей*

Размеры тела девушек 17-18 лет	мальчики				девочки			
	рост	вес	о. гол.	о. гр.	рост	вес	о. гол.	о. гр.
Рост	<b>0,32*</b>	0,17	-0,08	-0,07	<b>0,38*</b>	<b>0,27*</b>	-0,00	-0,14
Вес	0,16	0,07	0,00	-0,00	0,21	0,12	0,05	-0,04
Диаметр таза	-0,05	-0,34	0,28	0,08	0,03	-0,15	0,20	0,21

*Примечание. Звездочками обозначены достоверные корреляции (P от 0,05 до 0,001)*

Выявлены также достоверные отличия в морфометрических показателях плода на различных этапах внутриутробного периода онтогенеза в зависимости от этнической принадлежности беременных [4]: для представителей кавказских национальностей (ингушской, чеченской) характерны большие размеры головки, максимальные темпы роста обхвата головки и менее выраженные темпы роста нижних конечностей, по сравнению с аналогичными показателями у русских женщин. Эти особенности принципиальны в процессе стандартного ультразвукового сканирования, так как замедление темпов роста бедра и голени является одним из признаков скелетных дисплазий и хромосомных аномалий, а увеличение размеров головки ассоциируется с некоторыми генетическими синдромами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам исследования можно говорить о существовании закономерных параллельных тенденций динамики морфологического статуса новорожденных и их потенциальных матерей в процессе адаптации к факторам среды, в первую очередь к секулярному нарастанию уровня антропогенной нагрузки. На материалах России и сопредельных стран показана наиболее общая универсальная тенденция лептосомизации телосложения новорожденных, уменьшения обхватных размеров в сочетании с увеличением длины тела, в последние десятилетия 20 века, очевидно, являющаяся следствием грацилизации телосложения поколения потенциальных матерей. По материалам отдельно Москвы показа-

но наличие альтернативного секулярного тренда в первой половине 20 века: увеличение размеров таза поколения потенциальных матерей в сочетании с уменьшением длины тела и увеличением обхвата груди потомства. Выявленный параллелизм морфологической динамики новорожденных и их потенциальных матерей можно рассматривать как свидетельство существования единого адаптационного комплекса мать-новорожденный, чувствительного к меняющимся условиям среды, указывающее на актуальность совместного рассмотрения адаптационных процессов новорожденных и их родителей в ходе непрерывного мониторинга населения в популяционных исследованиях. Не исключено, что современная искусственная антропогенная среда с дистрессовым уровнем нагрузки требует более дифференцированной оценки соматического статуса новорожденного, не ограничивающегося биологически ёмкими, но не всегда информативными показателями габаритных размеров тела.

### **Благодарности**

Исследование выполнено в рамках НИР «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)».

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Александрова Е.М. Особенности системы мать-плацента-плод при физиологической беременности в зависимости от этнической принадлежности женщин: дисс. ... канд. мед. наук. – Краснодар, 2014. – 156 с.
2. Аристова И.С. Анатомическая изменчивость пояса свободных нижних конечностей во взаимосвязи с показателями физического развития и типами телосложения девушек 17-20 лет Саратовского региона: дисс. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 2005. – 31 с.
3. Атамбаева Р.М., Исакова Ж.К., Бейшенбиева Г.Д., Кочкорова Ф.А. Медико-социальные аспекты репродуктивного здоровья девушек-подростков Кыргызстана // *Universum: медицина и фармакология*. – 2017. – Том 35, № 1. – С. 1-7.
4. Боташева Т.Л., Ермолова Н.В., Хлопонина А.В., Александрова Е.М. Особенности биометрических показателей плода в зависимости от этнической принадлежности беременных // *Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке»*. – 2012. – Том 14, №3. – С. 277.
5. Вершубская Г.Г., Козлов А.И. Долговременные изменения размеров тела новорожденных Пермского края // *Пермский медицинский журнал*. – 2012. – Том 29, № 6. – С. 97-105.
6. Гергет О.М. Модель и инструментальные средства анализа информационных процессов биологической системы мать-плод: автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Томск, 2018. – 39 с.
7. Година Е.З. Современные тенденции физического развития детей и подростков в России и мире // *Авторские лекции по педиатрии. Детская спортивная медицина*. – М.: Буки-Веди, 2017. – С. 100-122.
8. Горбачева А.К., Федотова Т.К. Дети Москвы: век ростовой динамики // *Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология*. – 2019. – № 4. – С. 5-21.

9. Гречкина Л.И., Карандышева В.О. Характеристика показателей физического развития подростков-уроженцев Магадана // Сибирский мед. журнал. – 2013. – № 3. – С. 91-94.

10. Грицинская В.Л. Динамика показателей физического развития у новорожденных детей в Республике Тыва // Гигиена и санитария. – 2012. – Том 91, № 1. – С. 57-59.

11. Дамбуева И.К. Изменчивость антропометрических признаков и полиморфных генов у новорожденных: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 1992. – 20 с.

12. Драгич О.А. Закономерности морфофункциональной изменчивости организма студентов юношеского возраста в условиях Уральского федерального округа: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Тюмень, 2006. – 41 с.

13. Елманов А.В., Горин В.С. Параметры женского таза у коренных жительниц республики Алтай // Медицина в Кузбассе. – 2004. – №3. – С. 41-42.

14. Исмайлова С.С. Влияние социально-экономических и биологических факторов на рост и развитие новорожденных г. Кургана: дисс. ... канд. мед. наук. – Тюмень, 2004. – 122 с.

15. Карташова О.В. биологическое и психофизиологическое развитие подростков коренной национальности Горного Алтая: дисс. канд. ...биол. наук. – Новосибирск, 2006. – 183 с.

16. Кириченко Ю.Н. Динамика антропометрических показателей и функциональных параметров растущего организма детей аридной зоны: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М., 1997. – 36 с.

17. Колодко В.Г. Физическое развитие детей 7 - 15 лет в условиях Крайнего Севера: дисс. ... канд. мед. наук. – Красноярск, 2009. – 142 с.

18. Кононенко Н.И. Оценка влияния здоровья матери на состояние и физическое развитие новорожденных на основе комплексного многомерного анализа: дисс. ... канд. мед. наук. – Курск, 2003. – 277 с.

19. Крикун Е.Н. Корреляционные связи между морфофункциональными показателями матерей и их новорожденных // Науч. ведомости Белгородского гос. унив. – 2009. – Том 67, № 12. – С. 58-66.

20. Кузнецова Д.А., Сизова Е.Н., Циркин В.И. Особенности влияния техногенного загрязнения на физическое развитие подростков в условиях Европейского Севера и средних широт // Экология человека. – 2015. – № 11. – С. 3-12.

21. Леванова О.А., Класен А.А., Самойлова Е.П., Железнова Л.М. Анатомические корреляции в системе «мать-новорожденный» в зависимости от типа телосложения матери и ее роста // Вестник новых мед. технологий. – 2013. – Том XX, № 2. – С. 61-64.

22. Ляпин В.А. Медико-социальные и гигиенические аспекты формирования здоровья населения в крупном промышленном центре Западной Сибири: дисс. ... докт. мед. наук. – Омск, 2006. – 298 с.

23. Материалы по физическому развитию детей и подростков. Вып.1. / Под ред. Гольдфельд А.Я., Меркова А.М., Цейтлина А.Г. – М.: Медгиз, 1962. – 375 с.

24. Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР. Вып. 2. / Под ред. Гольдфельд А.Я., Меркова А.М., Цейтлина А.Г. – Ленинград: Медицина, 1965. – 670 с.



25. Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР. Вып. III. / Под ред. А.М. Мерков, А.Ф. Серенко, Г.Н. Сердюковская. – М.: Медицина, 1977. – 496 с.

26. Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР. Вып. IV. Ч.I. Российская Советская федеративная социалистическая республика. / Под ред. В.В.Канеп, Г.Н. Сердюковская и др. – М.: Всесоюзный НИИ социальной гигиены и организации здравоохранения им. Н.А. Семашко, 1986. – 171 с.

27. Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР. Вып.IV. Ч.II. / Под ред. Сердюковская Г.Н., Канеп В.В. и др. – М.: Всесоюзный НИИ социальной гигиены и организации здравоохранения им. Н.А. Семашко, 1988. – 223 с.

28. Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей Российской Федерации. Вып.5. / Под ред. Максимова Т.М., Подунова Л.Г. – М.: НИИ социальной гигиены, экономики и управления здравоохранением им. Н.А. Семашко РАМН, 1998. – 192 с.

29. Медведева Н.Н. Гладкая В.С. Особенности формирования костного таза у женщин республики Хакассия в зависимости от типа телосложения // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – Электронный ресурс: Дата обращения 30.05.2020

URL: <https://science-education.ru/article/view?id=25777>.

30. Мельник В.А. Конституциональные особенности формирования морфо-функциональных показателей физического развития полового созревания городских школьников. – Гомель: ГомГМУ, 2015. – 224 с.

31. Миронов Б.Н. Биологический статус населения Санкт-Петербурга в 1946-2005 гг. (по антропометрическим данным о новорожденных и их матерях) // Мир России. – 2007. – Том 16, № 1. – С. 99-146.

32. Могеладзе Н.О. Физиологические механизмы адаптации репродуктивной функции женщин при изменениях качества жизни населения: автореф. дисс.... канд.мед.наук. – Курган, 2013а. – 24 с.

33. Могеладзе Н.О. Взаимосвязь показателей рождаемости населения и продольных размеров тела женщин // Фундаментальные исследования. – 2013б. – Ч.4. – № 9. – С. 703-707.

34. Нароган М.В., Рюмина И.А., Крохина К.Н., Зубков В.В., Захарова И.Н., Климов Л.Я., Курьянинова В.А. Витамин D у новорожденных и недоношенных детей // Неонатология. – 2018. – Том 6, № 3. – С. 134-138.

35. Недригайлова О.В. Социальные различия в росте, весе и некоторых размерах таза у женщин в связи с вопросом корреляции между размерами матери и новорожденного // Материалы по антропологии Украины. – Харьков, 1927. – № 3. – С. 198-209.

36. Никитюк Б.А. Изменения размеров тела новорожденных за последние 100 лет // Вопросы антропологии. – 1972. – Вып. 42. – С. 78-94.

37. Николаев Л.П. Размеры новорожденных в зависимости от национальности и социального положения родителей, возраста матери и порядка рождения // Дети дошкольного возраста. Материалы по антропологии Украины. Сб. 4. – Харьков, 1929. – С. 102-125

38. Оводкова О.Н., Ипполитова Л.И. Физическое развитие новорожденных Воронежской области за последние 25 лет // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – Том 6, № 4. – С. 811-814.

39. Полина Н.И., Кривицкий В.В. Физическое развитие студенческой молодежи Беларуси. – Минск: Белураcкая наука, 2016. – 233 с.

40. Пучко Т.К. Узкий таз (диагностика, ведение родов и прогнозирование их исхода для матери и плода): дисс. ... д-ра мед. наук. – М., 2003. – 340 с.

41. Пшукова Е.М. Морфометрическая характеристика новорожденных детей Кабардино-Балкарии: дисс....канд.мед.наук. – М., 2004. – 193 с.

42. Рец Ю.В. Регуляторные и адаптационные процессы в системе мать-плацента-плод. Возможности прогнозирования и профилактики акушерских и перинатальных осложнений: автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – Челябинск, 2011. – 48 с.

43. Савватеева В.Г., Кузьмина Л.А., Шаров С.В. с соавт. Физическое развитие детей раннего возраста г. Иркутска // Сибирский медицинский журнал. – 2003. – Том 40, № 5. – С. 71-77.

44. Саливон И.И., Полина Н.И., Марфина О.В. Детский организм и среда. – Минск: Наука и техника, 1989. – 269 с.

45. Смирнова Е.В. Моделирование адаптации к экстремальным условиям, эффект группового стресса и корреляционная адаптометрия: дисс. ... докт. физико-математических наук. – Красноярск, 2000. – 273 с.

46. Степанова Г.К. Морфологические и функциональные признаки адаптированности молодых мужчин различных этносов Республики Саха (Якутия): дисс. ... д-ра мед. наук. – М., 2005. – 207 с.

47. Стрелкович Н.Н., Медведева Н.Н., Котиков А.Р. Конституциональные особенности формирования таза женщин города Красноярска с учетом вектора времени // Сибирское медицинское обозрение. – 2015. – № 1. – С. 51-54.

48. Таблицы оценки физического развития детей Беларуси / Ляликов С.А., Орехов С.Д. – Гродно, 2016. – 63 с. - Электронный ресурс: Дата обращения 30.05.2020.

URL: <http://med.by/methods/pdf/118-9911.pdf>.

49. Томаева К.Г., Комиссарова Е.Н., Гайдуков С.Н. Физическое развитие новорожденных, рожденных от женщин с разными типами телосложения // Ученые записки СПбГМУ им.И.П.Павлова. – 2011. – Том XVIII, № 2. – С. 147-148.

50. Третьякова К.В. Анатомо-функциональные особенности развития женщин 17-19 лет: дисс. ... канд. мед. наук. – Саратов, 2005. – 265 с.

51. Тупицына Л.С. Динамика антропометрических показателей у новорожденных детей в Нижневартовске // Гигиена и санитария. – 2015. – № 3. – С. 87-92.

52. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Сборник материалов. Вып. VI. / Под ред. А.А. Баранова, В.Р. Кучмы. – М.: Издательство «Педиатр», 2013. – 191 с.

53. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Вып. VII: учебное пособие / Под ред. В.Р. Кучмы, Н.А. Скоблиной, О.Ю. Милушкиной. – М.: Издательство Литтерра, 2019. – 176 с.

54. Чирятьева Т.В. Индивидуально-типологические закономерности роста и развития организма на Севере: автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – Новосибирск, 2001. – 37 с.
55. Шамина И.В. Особенности репродуктивного здоровья девочек-подростков Тюменского севера: дисс. канд. мед. наук. – Омск, 2007. – 147 с.
56. Шилова О.Ю. Современные тенденции физического развития в юношеском периоде онтогенеза // Экология детства. – 2011. – № 4. – С. 29-36.
57. Щуров В.А., Сафонова А.В., Могеладзе Н.О. Децелерация роста детей как форма адаптации населения к ухудшению качества жизни // Вестник Челябинского государственного университета. – 2014. – Том 333, № 4. – С. 110-113.
58. Щуров В.А., Исмаилова С.С., Кучин Р.В., Устименко Е.А. Зависимость анатомических переметров новорожденных от уровня белкового питания населения города // Вестник КГУ. – 2004. – № 1. – С. 161-164.
59. Якимавичене Э,М., Драздене Н., Туткувене Я., Драсутене Г, Изменение физического состояния беременных и новорожденных в Литве за последние 30 лет // Вопросы антропологии. – 2007. – Вып.93. – С. 106-125.
60. Яцык Г.В., Малкова И.И., Сюткина Е.В. Динамика показателей здоровья рожениц на протяжении 21-летнего периода (январь 1985 г. - декабрь 2005 г.) // Российский педиатрический журнал. – 2007а. – № 5. – С. 4-9.
61. Яцык Г.В., Малкова И.И., Сюткина Е.В. Динамика показателей здоровья новорожденных детей на протяжении 21-летнего периода (январь 1985 г. - декабрь 2005 г.) // Российский педиатрический журнал. – 2007б. – № 5. – С. 10-14.
62. Kramrer M.S., Platt R.W., Shi Wu Wen, Joseph K.S., Allen A., Abrahamovicz M., Blobdel B., Breart G. A new and improved population-based Canadian reference for birth weight for gestational age // Pediatrics. – 2001. – 108 (2). – P. 35.
63. Larnkjaer A., Schroder A.S., Schmidt M.I., Jorgensen H.M., Michaelsen F.K. Secular change in adult stature has come to a halt in northern Europe and Italy // Acta Paediatr. – 2006. – 95 (6). – P. 754-755.
64. Nikooyeh B., Abdollahi Z., Hajifaraji M., Alavi-Maid H., Salehi F., Yarparvar A.H., Neyestani T.R. Vitamin D Status, Latitude and their Associations with some health parameters in children % national food and nutrition surveillance // J. Trop. Pediatr. – 2017. – 63 (1). – P. 57-64.
65. Odland V., Haglund B., Pakkanen M., Otterblad Olausson P. Deliveries, mothers and newborn infants in Sweden, 1973-2000. Trends in obstetrics as reported to the Swedish Medical Birth Register // Acta Obstet Gynecol Scand. – 2003. – 82 (6). – P. 516-28.
66. Pomeroy E., Wells J.C., Cole T.J., O'Callaghan M., Stock J.T. Relationships of maternal and paternal anthropometry with neonatal body size, proportions and adiposity in an Australian cohort // Am J Phys Anthropol. – 2015. – 156 (4). – P. 625-636.
67. Raud J., Kaarma H., Koskel S. Using mothers' and newborns' clinical anthropometric data to analyse birth histories // Ginekol Pol. – 1998. – 69 (8). – P. 628-637.
68. Schönbeck Y., Talma H., Van Dommelen P., Bakker B., Buitendijk S. et al. The world's tallest nation has stopped growing taller: the height of Dutch children from 1955 to 2009 // Pediatr. Res. – 2013. – 73 (3). – P. 371-377.
69. Sclijnirven R., Gjessing H.K., Bakketeig L.S. Birthweight by gestational age in Norway // Acta Obstet. Gynecol. Scand. – 2000. – 79. – P. 440-449.

70. Sletner L., Nakstad B., Yajnik C.S., Mørkrid K., Vangen S., Vårdal M.H., Holme I.M., Birkeland K.I., Jenum A.K. Ethnic differences in neonatal body composition in a multi-ethnic population and the impact of parental factors: a population-based cohort study // *PLoS One*. – 2013. – 8 (8). – P. 1-9.

71. Staub K., Ruhli F., Woitek U., Pfister C. The average height of 18-and 19-year-old conscripts (N= 458,322) in Switzerland from 1992 to 2009, and the secular height trend since 1878 // *Swiss Med. Wkly*. – 2011. – 141. – P. 1-7.

72. Suchomlinov A. Physical status, growth tracking and growth factors of children born in 1990 (longitudinal auxological study of children from Vilnius city and region): summary of Doctoral Diss. – Vilnius, 2011. – 59 p.

73. Tutkuviene J. Sex and gender differences in secular trend of body size and frame indices of Lithuanians // *Anthropol Anz*. – 2005. – 63 (1). – P. 29-44.

74. Veena S.R., Krishnaveni G.V., Wills A.K., Hill J.C., Fall C.H. A principal components approach to parent-to-newborn body composition associations in South India // *BMC Pediatr*. – 2009. – 9:16. – P. 1-11.

75. Videhult F.K., Öhlund I, Hernell O, West CE Body mass but not vitamin status is associated with bone. Mineral content and density in young school children in Northern Sweden // *Food Nutr. Res*. – 2016. – 60. – P. 1-8.

76. Vinci L., Floris J., Koepke N., Matthes K., Bochud M. et al. Have Swiss adult males and females stopped growing taller? Evidence from the population-based nutrition survey menuCH, 2014/2015 // *Econ. Hum. Biol*. – 2019. – 33. – P. 201-210.

77. Zhang J., Bowes W.A. Birth-weight-for-gestational age patterns by race, sex and parity in the United States population // *Obstet. Gynecol*. – 1995. – 86. – P. 200-208.

78. Zsirai L., Csákány M.G., Végh G., Tabák G.Á. Distribution of birth weights between 2011 and 2015 and changes in percentile figures between 1996 and 2015. Analysis of the Tauffer database // *Orv Hetil*. – 2019. – 160 (36). – P. 1426-1436.

## REFERENCES

1. Aleksandrova E.M. Osobennosti sistemy` mat`-placenta-plod pri fiziologicheskoy beremennosti v zavisimosti ot e`tnicheskoy prinadlezhnosti zhenshhin: diss....kand. med. nauk. – Krasnodar, 2014. – 156 s.

2. Aristova I.S. Anatomicheskaya izmenchivost` poyasa svobodny`x nizhnix konechnoostej vo vzaimosvyazi s pokazatelyami ftzicheskogo razvitiya i tipami teloslozheniya devushek 17-20 let Saratovskogo regiona: diss....kand. med. nauk. – Volgograd, 2005. – 31 s.

3. Atambaeva R.M., Isakova Zh.K., Bejshenbieva G.D., Kochkorova F.A. Mediko-social`ny`e aspekty` reproduktivnogo zdorov`ya devushek-podrostkov Ky`rgy`zstana // *Universum: medicina i farmakologiya*. – 2017. – Tom 35, № 1. – S. 1-7.

4. Botasheva T.L., Ermolova N.V., Xloponina A.V., Aleksandrova E.M. Osobennosti biometricheskix pokazatelej ploda v zavisimosti ot e`tnicheskoy prinadlezhnosti beremenny`x // *Zhurnal nauchny`x statej «Zdorov`e i obrazovanie v XXI veke»*. – 2012. – Tom 14, №3. – S. 277.

5. Vershubskaya G.G., Kozlov A.I. Dolgovremenny`e izmeneniya razmerov tela novorozhdenny`x Permskogo kraja // *Permskij medicinskij zhurnal*. – 2012. – Tom 29, № 6. – S. 97-105.

6. Gerget O.M. Model` i instrumental`ny`e sredstva analiza informacionny`x processov biologicheskoy sistemy` mat`plod: avtoref. diss....dokt.texn.nauk. – Tomsk, 2018. – 39 s.

7. Godina E.Z. Sovremennyye tendencii fizicheskogo razvitiya detej i podrostkov v Rossii i mire // Avtorskie lekicii po pediatrii. Detskaya sportivnaya medicina. – M.: Buki-Vedi, 2017. – S. 100–122.

8. Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Deti Moskvyy`: vek rostovoj dinamiki // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya. – 2019. – № 4. – S. 5-21.

9. Grechkina L.I., Karandy`sheva V.O. Xarakteristika pokazatelej fizicheskogo razvitiya podrostkov-urozhencev Magadana // Sibirskij med. zhurnal. – 2013. – № 3. – S. 91-94.

10. Gricinskaya V.L. Dinamika pokazatelej fizicheskogo razvitiya u novorozhdenny`x detej v Respublike Ty`va // Gigiena i sanitariya. – 2012. – Tom 91, № 1. – S. 57-59.

11. Dambueva I.K. Izmenchivost` antropometricheskix priznakov i polimorfny`x genov u novorozhdenny`x: avtoref. diss. ... kand. med. nauk. – M., 1992. – 20 c.

12. Dragich O.A. Zakonomernosti morfofunkcional`noj izmenchivosti organizma studentov yunosheskogo vozrasta v usloviyax Ural`skogo federal`nogo okruga: avtoref. diss.... Dokt.biol.nauk. – Tyumen`, 2006. – 41 s.

13. Elmanov A.V., Gorin V.S. Parametry` zhenskogo taza u korenny`x zhitel`nicz respublik Altaj // Medicina v Kuzbasse. – 2004. – №3. – S. 41-42.

14. Ismajlova S.S. Vliyanie social`no-e`konomicheskix i biologicheskix faktorov na rost i razvitie novorozhdenny`x g. Kurgana: diss. ...kand. med. nauk. – Tyumen`, 2004. – 122 s.

15. Kartashova O.V. biologicheskoe i psixofiziologicheskoe razvitie podrostkov korennoj nacional`nosti Gornogo Altaya: diss. kand. ...biol. nauk. – Novosibirsk, 2006. – 183 s.

16. Kirichenko Yu.N. Dinamika antropometricheskix pokazatelej i funkczonal`ny`x parametrov rastushhego organizma detej aridnoj zony`: avtoref. diss. ... dokt. biol. nauk. – Moskva, 1997. – 36 s.

17. Kolodko V.G. Fizicheskoe razvitie detej 7 - 15 let v usloviyax Krajnego Severa: diss....kand. med. nauk. – Krasnoyarsk, 2009. – 142 s.

18. Kononenko N.I. Ocenka vliyaniya zdorov`ya materi na sostoyanie i fizicheskoe razvitie novorozhdenny`x na osnove kompleksnogo mnogomernogo analiza: diss....kand. med. nauk. – Kursk, 2003. – 277 s.

19. Krikun E.N. Korrelyacionny`e svyazi mezhdru morfofunkcional`ny`mi pokazatelyami materej i ix novorozhdenny`x // Nauch. vedomosti Belgorodskogo gos. univ. – 2009. – Tom 67, № 12. – S. 58-66.

20. Kuzneczova D.A., Sizova E.N., Cirkin V.I. Osobennosti vliyaniya texnogenogo zagryazneniya na fizicheskoe razvitie podrostkov v usloviyax Evropejskogo Severa i srednix shirot // E`kologiya cheloveka. – 2015. – № 11. – S. 3–12.

21. Levanova O.A., Klasen A.A., Samojlova E.P., Zheleznova L.M. Anatomicheskie korrelyacii v sisteme «mat`novorozhdenny`j» v zavisimosti ot tipa teloslozheniya materi i ee rosta // Vestnik novy`x med. tehnologij. – 2013. – Tom XX, № 2. – S.61-64.

22. Lyapin V.A. Mediko-social`ny`e i gigienicheskie aspekty` formirovaniya zdorov`ya naseleniya v krupnom promy`shlennom centre Zapadnoj Sibiri: diss....dokt. med. nauk. – Omsk, 2006. – 298 s.
23. Materialy` po fizicheskomu razvitiyu detej i podrostkov. Vy`p.1. / Pod red. Gol`dfel`d A.Ya., Merkova A.M., Cejtlina A.G. – M.: Medgiz, 1962. – 375 s.
24. Materialy` po fizicheskomu razvitiyu detej i podrostkov gorodov i sel`skix mestnostej SSSR. Vy`p. 2. / Pod red. Gol`dfel`d A.Ya., Merkova A.M., Cejtlina A.G. – Leningrad: Medicina, 1965. – 670 s.
25. Materialy` po fizicheskomu razvitiyu detej i podrostkov gorodov i sel`skix mestnostej SSSR. Vy`p. III. / Pod red. A.M. Merkov, A.F. Serenko, G.N. Serdyukovskaya. – M.: Medicina, 1977. – 496 s.
26. Materialy` po fizicheskomu razvitiyu detej i podrostkov gorodov i sel`skix mestnostej SSSR. Vy`p. IV. Ch.I. Rossijskaya Sovetskaya federativnaya socialisticheskaya respublika. / Pod red. V.V.Kanep, G.N. Serdyukovskaya i dr. – Moskva: Vsesoyuzny`j NII social`noj gigieny` i organizacii zdravooxraneniya im. N.A. Semashko, 1986. – 171 s.
27. Materialy` po fizicheskomu razvitiyu detej i podrostkov gorodov i sel`skix mestnostej SSSR. Vy`p.IV. Ch.II. / Pod red. Serdyukovskaya G.N., Kanep V.V. i dr. – Moskva: Vsesoyuzny`j NII social`noj gigieny` i organizacii zdravooxraneniya im. N.A. Semashko, 1988. – 223 s.
28. Materialy` po fizicheskomu razvitiyu detej i podrostkov gorodov i sel`skix mestnostej Rossijskoj Federacii. Vy`p.5. / Pod red. Maksimova T.M., Podunova L.G. – Moskva: NII social`noj gigieny`, e`konomiki i upravleniya zdravooxraneniem im. N.A. Semashko RAMN, 1998. – 192 s.
29. Medvedeva N.N. Gladkaya V.S. Osobennosti formirovaniya kostnogo taza u zhenshhin respubliki Xakassiya v zavisimosti ot tipa teloslozheniya // Sovremennye problemy` nauki i obrazovaniya. – 2016. – № 6. – E`lektronny`j resurs: <https://science-education.ru/article/view?id=25777>. Data obrashheniya 30.05.2020
30. Mel`nik V.A. Konstitucional`ny`e osobenosti formirovaniya morfofugkcion-al`ny`x pokazatelej fizicheskogo razvitiya polovogo sozrevaniya gordskix shkol`nikov. – Gomel`: GomGMU, 2015. – 224 s.
31. Mironov B.N. Biologicheskij status naseleniya Sankt-Peterurga v 1946-2005 gg. (po antropometricheskim dannym o novorozhdenny`x i ix materyax) // Mir Rossii. – 2007. – Tom 16, № 1. – S. 99-146.
32. Mogeladze N.O. Fiziologicheskie mexanizmy` adaptacii reproduktivnoj funkcii zhenshhin pri izmeneniyax kachestva zhizni naseleniya: avtoref. diss.... kand.med.nauk. – Kurgan, 2013a. – 24 s.
33. Mogeladze N.O. Vzaimosvyaz` pokazatelej rozhdanosti naseleniya i prodol`ny`x razmerov tela zhenshhin // Fundamental`ny`e issledovaniya. – 2013b. – Ch.4, № 9. – S. 703-707.
34. Narogan M.V., Ryumina I.A., Kroxina K.N., Zubkov V.V., Zaxarova I.N., Klimov L.Ya., Kur`yaninova V.A. Vitamin D u novorozhdenny`x i nedonoshenny`x detej // Neonatologiya. – 2018. – Tom 6, № 3. – S. 134-138.
35. Nedrigajlova O.V. Social`ny`e razlichiya v roste, vse i nekotory`x razmerax taza u zhenshhin v svyazi s voprosom korrljacii mezhdru razmerami materi i novorozhdennogo // Materialy` po antropologii Ukrainy`. – Xar`kov, 1927. – № 3. – S. 198-209.

36. Nikityuk B.A. Izmeneniya razmerov tela novorozhdenny`x za poslednie 100 let // *Voprosy` antropologii.* – 1972. – Vy`p. 42. – S. 78-94.
37. Nikolaev L.P. Razmery` novorozhdenny`x v zavisimosti ot nacional`nosti i social`nogo polozheniya roditel'ej, vozrasta materi i poryadka rozhdeniya // *Deti doskol`nogo vozrasta. Materialy` po antropologii Ukrainy`.* Sb. 4. – Xar`kov, 1929. – S. 102-125
38. Ovodkova O.N., Ippolitova L.I. Fishhicheskoe razvitie novorozhdenny`x Voronezhskoj oblasti za poslednie 25 let // *Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal.* – 2010. – Tom 6, № 4. – S. 811-814.
39. Polina N.I., Kriviczkiy V.V. Fizicheskoe razvitie studencheskoj molodezhi Belarui. – Minsk: Beluraskaya navuka, 2016. – 233 s.
40. Puchko T.K. Uzkij taz (diagnostika, vedenie rodov i prognozirovanie ix isxoda dlya materi i ploda): diss. ...d-ra med. nauk. – Moskva, 2003. – 340 s.
41. Pshukova E.M. Morfometricheskaya xarakteristika novorozhdenny`x detej Khabardino-Balkarii: diss....kand.med.nauk. – Moskva, 2004. – 193 s.
42. Recz Yu.V. Regulyatorny`e i adaptacionny`e processy` v sisteme mat`-placenta-plod. Vozmozhnosti prognozirovaniya i profilaktiki akusherskix i perinatal`ny`x oslozhnenij: avtoref. diss....dokt. med. nauk. – Chelyabinsk, 2011. – 48 s.
43. Savvateeva V.G., Kuz`mina L.A., Sharov S.V. s soavt. Fizicheskoe razvitie detej rannego vozrasta g. Irkutskaja // *Sibirskij medicinskij zhurnal.* – 2003. – Tom 40, № 5. – S. 71-77.
44. Salivon I.I., Polina N.I., Marfina O.V. Detskij organizm i sreda. - Minsk: Nauka i texnika, 1989. - 269 s.
45. Smirnova E.V. Modelirovanie adaptacii k e`kstremal`ny`m usloviyam, e`ffekt gruppovogo stressa i korrelyacionnaya adaptometriya: diss....dokt. fiziko-matematicheskix nauk. – Krasnoyarsk, 2000. – 273 s.
46. Stepanova G.K. Morfologicheskie i funkcional`ny`e priznaki adaptirovannosti molody`x muzhchin razlichny`x e`tnosov Respubliki Saxa (Yakutiya): diss....d-ra med. nauk. – Moskva, 2005. – 207 s.
47. Strelkovich N.N., Medvedeva N.N., Kotikov A.R. Konstitucional`ny`e osobennosti formirovaniya taza zhenshhin goroda Krasnoyarska s uchetom vektora vremeni // *Sibirskoe medicinskoe obozrenie.* – 2015. – № 1. – S. 51-54.
48. Tablicy ocenki fizicheskogo razvitiya detej Belaruskij / Lyalikov S.A., Orexov S.D. – Grodno, 2016. – 63 s. - E`lektronny`j resurs: <http://med.by/methods/pdf/118-9911.pdf>. Data obrashheniya 30.05.2020.
49. Tomaeva K.G., Komissarova E.N., Gajdukov S.N. Fizicheskoe razvitie novorozhdenny`x, rozhdeny`x ot zhenshhin s razny`mi tipami teloslozheniya // *Ucheny`e zapiski SPbGMU is.I.P.Pavlova.* – 2011. – Tom XVIII. – № 2. – C. 147-148.
50. Tret`yakova K.V. Anatomico-funcional`ny`e osobennosti razvitiya zhenshhin 17-19 let: diss. ... kand. med. nauk. – Saratov, 2005. – 265 s.
51. Tupicyna L.S. Dinamika antropometricheskix pokazatelej u novorozhdenny`x detej v Nizhnevartovske // *Gigiena i sanitariya.* – 2015. – № 3. – S. 87-92.
52. Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov Rossijskoj Federacii. Sbornik materialov. Vy`p. VI. / Pod red. A.A. Baranova, V.R. Kuchmy`. – M.: Izdatel`stvo «Pedi-atr`», 2013. – 191 s.

53. Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov Rossijskoj Federacii. Vy`p. VII: uchebnoe posobie / Pod red. V.R. Kuchmy`, N.A. Skoblinoj, O.Yu. Milushkinoj. – M.: Izdatel'stvo Litterra, 2019. – 176 s.

54. Chiryat`eva T.V. Individual'no-tipologicheskie zakonomernosti rosta i razvitiya organizma na Severe: avtoref. diss. dokg. med. nauk. – Novosibirsk, 2001. – 37 s.

55. Shamina I.V. Osobennosti reproduktivnogo zdorov`ya devochek-podrostkov Tyumenskogo severa: diss. kand. med. nauk. – Omsk, 2007. – 147 s.

56. Shilova O.Yu. Sovremennyye tendencii fizicheskogo razvitiya v yunosheskom periode ontogeneza // E`kologiya detstva. – 2011. – № 4. – S. 29-36.

57. Shhurov V.A., Safonova A.V., Mogeladze N.O. Deceleraciya rosta detej kak forma adaptacii naseleniya k uxudsheniyu kachestva zhizni // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – Tom 333. - № 4. – S. 110-113.

58. Shhurov V.A., Ismajlova S.S., Kuchin R.V., Ustimenko E.A. Zavisimost` anatomicheskix peremetrov novorozhdenny`x ot urovnya belkovogo pitaniya naseleniya goroda // Vestnik KGU. – 2004. – № 1. – S. 161-164.

59. Yakimavichene E.M., Drazdene N., Tutkuvene Ya., Drasutene G, Izmenenie fizicheskogo sostoyaniya beremenny`x i novorozhdenny`x v Litve za poslednie 30 let // Voprosy` antropologii. – 2007. – Vy`p.93. – S. 106-125.

60. Yacyk G.V., Malkova I.I., Syutkina E.V. Dinamika pokazatelej zdorov`ya rozhenicz na protyazhenii 21-letnego perioda (yanvar` 1985 g. - dekabr` 2005 g.) // Rossijskij pediatricheskij zhurnal. – 2007a. – № 5. – S. 4-9.

61. Yacyk G.V., Malkova I.I., Syutkina E.V. Dinamika pokazatelej zdorov`ya novorozhdenny`x detej na protyazhenii 21-letnego perioda (yanvar` 1985 g. - dekabr` 2005 g.) // Rossijskij pediatricheskij zhurnal. – 2007b. – № 5. – S. 10-14.



## ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА У ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

Т.П. Ширяева<sup>1\*,\*\*</sup>, А.В. Грибанов<sup>2\*,\*\*</sup>

\*ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва;

\*\*Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск.

*Вопросы, касающиеся старения, и лежащие в его основе механизмы представляют интерес для многочисленных исследователей. Целью данной работы явилось выявление половых различий в показателях динамического компонента пострального баланса, наблюдаемых у испытуемых пожилого возраста. В исследовании приняли участие 80 человек в возрасте 60-74 лет (40 мужчин и 40 женщин). Выявленные поло-специфичные паттерны динамического компонента пострального баланса могут служить хорошим индикатором для составления профилактических и терапевтических программ для пожилых людей с целью повышения их безопасности, социальной мобильности и качества жизни.*

**Ключевые слова:** постральный баланс, мужчины, женщины, пожилой возраст.

**Gender peculiarities of postural balance in the elderly.** Numerous researchers are interested in issues related to aging and its mechanisms. The aim of this study was to identify gender differences in the dynamic component of postural balance in elderly subjects. The study involved 80 people at the age of 60-74 y.o. (40 men and 40 women). Gender-specific patterns of the dynamic component of postural balance, revealed in the study, can be used for creating preventive and therapeutic programs for elderly people in order to increase their safety, social mobility, and the quality of life.

**Key words:** postural balance, males, females, elderly people.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-40-46**

Изучение вопросов сохранения и поддержания пострального баланса остается одной из наиболее ведущих проблем геронтологии и гериатрии. Постральный баланс определяется как способность поддерживать центр масс тела в пределах основания опоры, он требует постоянной адаптации к внешним возмущениям, посредством согласованного использования зрения, мышечной активности, суставного позиционирования и проприоцепции, тактильной чувствительности, а также вестибулярной системы [1; 2; 7].

Существует множество методов оценки пострального баланса, начиная от простых наблюдений, клинических тестов, шкал, постурографических измерений и заканчивая комплексными системами оценки. Использование компьютерного стабилметрического комплекса «Balance Manager» способствует точной объективной количественной оценке показателей как статического, так и динамического компонентов пострального баланса [4; 9; 12]. Тесты, имитирующие функциональную деятельность, являются наиболее подходящим видом исследования по-

---

Контакты: <sup>1</sup> Ширяева Т.П. - E-mail: <taisia.moroz@yandex.ru>

<sup>2</sup> Грибанов А.В. - E-mail: <a.gribanov@narfu.ru>

стуального баланса для определения вклада опорно-двигательного аппарата, вестибулярной и зрительной систем, а также особенностей выполнения сложно двигательных и сложно-координационных актов [4; 6].

Система постурального баланса может быть подвержена влиянию нарушений опорно-двигательного аппарата, состоянию неврологического статуса, резким изменениям антропометрических показателей и уровня физической подготовленности, старению, влиянию лекарственных препаратов, а также внешним факторам, таким как тип обуви и вид поверхности опоры (например, ковер, линолеум, скользкая плитка, неровная дорога и т.д.) [3; 8; 14].

Вопросы, касающиеся старения, и лежащие в его основе механизмы уже давно представляют интерес для многочисленных исследователей. Работы отечественных и зарубежных авторов показывают, что пожилые женщины падают чаще, чем мужчины, однако существует достаточно мало исследований направленных на выявление половых различий в показателях постурального баланса у относительно здоровых пожилых людей [11; 12]. Во время спокойного стояния у лиц пожилого возраста не было выявлено значимых различий, однако зарубежные исследователи полагают, что выполнение более сложных задач в виде тестов, имитирующих функциональную деятельность, может выявить некоторые половые различия в состоянии постурального баланса [5; 13; 14]. Поскольку полученные результаты исследований постурального баланса у мужчин и женщин пожилого возраста не сводятся к единому мнению, данный вопрос остается актуальным в настоящее время [6]. Таким образом, целью настоящего исследования явилось выявление половых различий в показателях динамического компонента постурального баланса, наблюдаемых у испытуемых пожилого возраста.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Исследуемые**

В исследовании приняли участие 80 человек в возрасте 60-74 лет. Для решения поставленной задачи мы сформировали 2 группы, включавших 40 мужчин (средний возраст  $66,55 \pm 3,62$  лет) и 40 женщин (средний возраст  $66,37 \pm 3,32$  лет). Нами не были выявлены статистически значимые различия по возрасту в сравниваемых группах ( $p=0,351$ ). Участники исследования были мобильны и не использовали дополнительные средства опоры при ходьбе. Критериями исключения явились острые и хронические заболевания в период обострения, протезирование конечностей и/или суставов, деменция и черепно-мозговые травмы в анамнезе.

### **Батарея тестов**

Оценка состояния динамического компонента постурального баланса у пожилых мужчин и женщин проводилась на компьютерном стабилметрическом комплексе «Balance Manager». Всем участникам были продемонстрированы и разъяснены видеоролики с правильным выполнением предложенных тестов, и производилась оценка следующих показателей:

- «Вставание из положения сидя» (время перемещения веса, индекс подъема и скорость колебания центра тяжести (ЦТ));
- «Простая ходьба» (ширина и длина шага, и скорость ходьбы);

- «Гандемная ходьба» (ширина шага, скорость ходьбы и конечное колебание);
- «Быстрый разворот» (время разворота и колебания при развороте в левую и правую стороны);
- «Шаг/перешагивание» (индекс подъема, время движения, индекс касания при перешагивании с левой и правой ноги).

#### Анализ данных

Статистическая обработка данных проводилась с применением пакета прикладных программ «SPSS 23.0». Проверка нормальности распределения измеренных переменных проводилась с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае, когда распределение данных соответствовало нормальному применялся критерий Т-Стьюдента для независимых выборок. Если распределение данных отличалось от нормального использовался критерий Краскела-Уоллиса, для попарных сравнений – критерий U Манна-Уитни для двух выборок. Пороговый уровень статистической значимости принимался при значении критерия  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Старение – это необратимый процесс, связанный с возникновением инволюционных изменений, зачастую ведущими к нарушению функций различных систем организма. Данные процессы затрагивают головной мозг, сенсорные и двигательную системы, внутренние органы [10; 11].

Особенности динамического компонента постурального баланса у мужчин и женщин пожилого возраста представлены в таблице 1. При сравнительном анализе результатов теста «Вставание из положения сидя» статистически значимые различия между группами мужчин и женщин определены только в показателе «Индекс подъема» ( $p < 0,001$ ). Так, группа женщин продемонстрировала более низкие мощностные показатели, необходимые для выпрямления ног в фазе вставания из положения сидя.

Такие результаты могут свидетельствовать о том, что в пожилом возрасте группа мужчин демонстрирует более высокие мощностные показатели нижних конечностей, величина силы нижних конечностей у них на более высоком уровне. Что, в свою очередь, согласуется с выводами других зарубежных исследователей, которые подчеркивают, что у пожилых женщин мощностные показатели достигают своего критического уровня несколько раньше, чем у мужчин. Такие половозрастные особенности женщин впоследствии приводят к относительно более быстрой деградации проприоцепции и, следовательно, ухудшению постурального баланса [11]. Следует отметить, что одним из факторов, ведущих к ухудшению качества как динамического, так и статического компонентов постурального баланса у женщин пожилого возраста считают ношение менее удобной обуви, которая часто слишком узкая, жесткая и / или на высоком каблуке, что, в конечном итоге, также может привести к развитию проприорецептивной дисфункции [8].

В тесте «Простая ходьба» женщины продемонстрировали значимо более низкие результаты в показателе «Ширина шага» ( $p < 0,001$ ) относительно мужчин. Снижение ширины шага способствует и уменьшению площади опоры при ходьбе. Известно, что для поддержания одинаковой равномерной скорости, женщины

выполняют большее количество шагов, делая их более короткими и узкими, чем мужчины [3; 10].

Таблица 1

Характеристика показателей динамического компонента пострурального баланса у мужчин и женщин 60-74 лет,  $Me(Q_1-Q_3)$ ,  $M \pm SD$

Показатель теста		Женщины (1)n=40	Мужчины (2)n=40	p
«Вставание из положения сидя»	«Время перемещения веса»	0,48±0,16	0,54±0,22	0,211
	«Индекс подъема»	15,50 (12,25-18,00)	25,00 (19,00-28,75)	<b>&lt;0,001</b>
	«Скорость колебания ЦТ»	3,58±0,91	3,61±1,08	0,946
«Простая ходьба»	«Ширина шага»	12,15±3,14	16,68±3,62	<b>&lt;0,001</b>
	«Длина шага»	56,80±12,42	60,87±8,79	0,075
	«Скорость ходьбы»	84,20±12,98	84,50±11,24	0,927
«Тандемная ходьба»	«Ширина шага»	7,10 (6,05-9,68)	8,16 (6,92-9,08)	0,113
	«Скорость»	30,01±7,39	29,03±6,04	0,593
	«Конечное колебание»	4,30 (3,55-5,00)	5,16 (3,82-7,02)	<b>0,024</b>
«Быстрый разворот»	«Время разворота в левую сторону»	1,14 (0,76-1,73)	1,71 (1,30-2,17)	<b>&lt;0,001</b>
	«Время разворота в правую сторону»	1,09 (0,71-1,43)	1,52 (1,22-1,89)	<b>0,001</b>
	«Колебание ЦТ при развороте в левую сторону»	26,85 (18,92-29,77)	29,65 (24,71-37,96)	<b>0,019</b>
	«Колебание ЦТ при развороте в правую сторону»	22,26 (16,55-30,27)	29,70 (21,10-35,58)	<b>0,040</b>
«Шаг/перешагивание»	«Индекс подъема при движении с левой ноги»	39,00 (31,25-48,75)	44,00 (36,50-48,57)	0,072
	«Индекс подъема при движении с правой ноги»	41,50 (35,25-47,00)	44,50 (39,25-52,00)	0,088
	«Время движения с левой ноги»	1,52 (1,31-1,68)	1,36 (1,26-1,63)	0,170
	«Время движения с правой ноги»	1,46 (1,23-1,70)	1,31 (1,19-1,63)	0,172
	«Индекс касания при движении с левой ноги»	68,00 (50,25-89,75)	62,00 (49,50-82,00)	0,281
	«Индекс касания при движении с правой ноги»	71,50 (52,00-91,00)	56,50 (44,25-77,75)	<b>0,046</b>

При анализе результатов теста «Тандемная ходьба» было выявлено, что группа женщин продемонстрировала значимо более низкие показатели «Конечного колебания» ( $p=0,024$ ). Полученные данные демонстрируют снижение средней скорости колебаний центра тяжести тела в сагиттальном направлении в течение выполнения такого сложно-координационного акта, как тандемная ходьба, т.е. мы

можем заключить, что у женщин функция равновесия в меньшей степени подвергается возрастным изменениям и остаётся более сохранной.

Значимые различия установлены во всех показателях теста «Быстрый разворот», а именно «Время разворота» в левую и правую стороны ( $p < 0,001$ ;  $p = 0,001$ ) и «Колебание ЦТ при развороте» в левую и правую стороны ( $p = 0,019$ ;  $p = 0,40$ ) между сравниваемыми группами. Так женщины продемонстрировали значимо более низкие показатели времени и колебаний ЦТ при разворотах на  $180^\circ$  в правую и левую стороны. При анализе полученных данных выявлено значимо более качественное выполнение сложно-координационных двигательных актов, определяющее эффективность перемещения ЦТ и, как следствие, перемещения тела в пространстве у женщин пожилого возраста при сравнении с мужчинами.

В тесте «Шаг/ перешагивание» у женщин установлены значимо более высокие результаты в показателе «Индекс касания» при движении с правой ноги ( $p = 0,046$ ). Полученные результаты демонстрируют снижение качества выполнения сложных двигательных актов при перешагивании через препятствие у женщин при сравнении с мужчинами пожилого возраста.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, у женщин по сравнению с мужчинами пожилого возраста, определено снижение силы мышц нижних конечностей, однако отмечаются и следующие позитивные особенности при сравнении с мужчинами: меньшая площадь опоры при простой ходьбе, снижение средней скорости колебаний в сагиттальном направлении при тандемной ходьбе, более эффективное перемещение тела в пространстве. Такие результаты свидетельствуют о том, что у женщин функция равновесия в меньшей степени подвергается возрастным изменениям и дольше остаётся сохранной. А у мужчин, в свою очередь, отмечается некоторое изменение паттерна ходьбы и снижение качества выполнения сложных двигательных актов при перешагивании через препятствие. Выявленные полуспецифичные паттерны динамического компонента пострурального баланса по основным пространственно-временным параметрам согласуются с данными и других исследований относительно лиц более молодого возраста.

Выводы, полученные в результате нашего исследования, могут служить ориентиром для оценки и интерпретации результатов исследований в области поструральной стабильности, а также хорошим индикатором в отношении составления профилактических и терапевтических программ, включая обучение правильному поддержанию пострурального баланса у пожилых людей, прежде всего с целью повышения безопасности, социальной мобильности и качества их жизни в целом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Архангельской области (конкурс «Молодые ученые Поморья») в рамках научного проекта № 10-2020 «Постуральный дефицит, как индикатор возрастных компенсаторно-приспособительных изменений организма у лиц пожилого возраста, проживающих в АЗ РФ».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дёмин А.В., Гудков А.Б., Попова О.Н., Щербина Ф.А. Возрастные особенности постуральной стабильности у женщин пожилого возраста // *Экология человека*. 2020. № 4. С. 56-64.
2. Ширяева Т.П., Торшин В.И., Грибанов А.В., Федотов Д.М., Багрецов С.Ф. Функциональное состояние динамического компонента постурального баланса у женщин пожилого возраста и влияющие на него факторы // *Экология человека*. 2020. № 3. С. 10-15.
3. Ширяева Т.П., Федотов Д.М. Факторная модель динамического компонента постурального баланса у женщин 60-74 лет с различным индексом массы тела // *Журнал медико-биологических исследований*. 2019. Т. 7. № 4. С. 464-471.
4. Ballesta-García I., Martínez-González-Moro I., Rubio-Arias J.Á., Carrasco-Poyatos M. High-Intensity Interval Circuit Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Functional Ability and Body Mass Index in Middle-Aged and Older Women: A Randomized Controlled Trial // *Int J Environ Res Public Health*. 2019. 30;16(21). pii: 42-5.
5. Ben Waer F., Laatar R., Srihi S., Jouira G., Rebai H., Sahli S. Acute effects of low versus high caffeine dose consumption on postural balance in middle-aged women // *J Women Aging*. 2020; 5:1-15.
6. Berrigan F.F., Simoneau M.M., Tremblay A.A., Hue O.O., Teasdale N.N. Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from standing posture // *International Journal of Obesity*. 2006. 30(12): 1750-1757.
7. Caetano M.J.D., Lord S.R., Schoene D., Pelicioni P.H.S., Sturnieks D.L., Menant J.C. Age-related changes in gait adaptability in response to unpredictable obstacles and stepping targets // *Gait Posture*. 2016; 46:35-41.
8. Campos A.C.V., Bogutchi T.F., Almeida M.H.M., Campos G.V. Prevalence of functional incapacity by gender in elderly people in Brazil: a systematic review with meta-analysis // *Rev Bras GeriatrGerontol*. 2016;19(3):545-59.
9. Cattagni T., Scaglioni G., Laroche D., Gremeaux V., Martin A. The involvement of ankle muscles in maintaining balance in the upright posture is higher in elderly fallers // *ExpGerontol*. 2016; 77:38-45.
10. Chambers A.J., Sukits A.L., McCrory J.L., Cham R. The effect of obesity and gender on body segment parameters in older adults // *ClinBiomech* 2010. 25(2): 131-136.
11. Di Giulio I., Baltzopoulos V. Attainment of Quiet Standing in Humans: Are the Lower Limb Joints Controlled Relative to a Misaligned Postural Reference? *Front Physiol*. 2019; 10:6-25.
12. Hicks C., Levinger P., Menant J.C., Lord S.R., Sachdev P.S., Brodaty H., Sturnieks D.L. Reduced strength, poor balance and concern about falls mediate the relationship between knee pain and fall risk in older people // *BMC Geriatr*. 2020;20(1):94.
13. Nakagawa H.B., Ferraresi J.R., Prata M.G., Scheicher M.E. Postural balance and functional independence of elderly people according to gender and age: cross-sectional study Sao Paulo // *Med J*. 2017;135(3):260-5.

14. Nepocatych S., Ketcham C.J., Vallabhajosula S., Balilionis G. The effects of unstable surface balance training on postural sway, stability, functional ability and flexibility in women // J Sports Med Phys Fitness. 2018;58(1-2):27-34.

#### **REFERENCES**

1. Dyomin A.V., Gudkov A.B., Popova O.N., Shcherbina F.A. Vozrastnye osobennosti postural'noj stabil'nosti u zhenshchin pozhilogo vozrasta. *Ekologiya cheloveka*. 2020. № 4. S. 56-64.

2. Shiryayeva T.P., Torshin V.I., Gribanov A.V., Fedotov D.M., Bagrecov S.F. Funkcional'noe sostoyanie dinamicheskogo komponenta postural'nogo balansa u zhenshchin pozhilogo vozrasta i vliyayushchie na nego faktory. *Ekologiya cheloveka*. 2020. № 3. S. 10-15.

3. Shiryayeva T.P., Fedotov D.M. Faktornaya model' dinamicheskogo komponenta postural'nogo balansa u zhenshchin 60-74 let s razlichnym indeksom massy tela. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2019. T. 7. № 4. S. 464-471.

# О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ПРОЯВЛЕНИЕМ ПРИЗНАКОВ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КЛЕТОК ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ДЕТЕЙ ВТОРОГО ДЕТСТВА

Г.В. Чернова<sup>1\*</sup>, П.В. Сидоров<sup>\*</sup>, Н.В. Ергольская<sup>\*</sup>,  
А.В. Козурова<sup>\*</sup>, Е.А. Иконникова<sup>\*</sup>,  
В.В. Сидоров<sup>\*</sup>, Л.В. Ширяева<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup> Научно-образовательный центр биофизических исследований  
ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет  
имени К.Э. Циолковского»

<sup>\*\*</sup> Государственное бюджетное учреждение  
здравоохранения Калужской области «Детская городская больница»

Приведены результаты изучения изменчивости показателей функционального состояния клеток периферической крови и физического развития у детей периода второго детства. В условиях взаимодействия разных факторов окружающей среды в сочетании с внутришкольными их особенностями интегрирующее влияние на физическое здоровье их организма оказывало функциональное состояние эритроидной системы. Это влияние проявлялось на уровне положительной регрессионной зависимости изменчивости массы и длины (роста) тела детей от количества эритроцитов и концентрации гемоглобина в периферической крови при достаточно высоких значениях коэффициента корреляции (от  $r = +0,62$  до  $r = +0,86$  при  $p < 0,001$ ). Клетки эритроидного ряда периферической крови детей школьного возраста, находясь во взаимосвязи с их ростовыми процессами, количественно были в 67,09 % случаев детерминированы генетически при проявлении средовых факторов природного происхождения в 32,91 %. При этом активность лейкоцитарных клеток, определяемая изменчивостью в основном сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов, отражалась на величине отношения гранулоцитов и лимфоцитов ГНЦ/ЛФ), которое являлось неспецифическим индикатором адаптационных процессов у детей в ответ на воздействующих на их организм средовых факторов. Эти факторы обусловили возрастную и количественную неоднозначность ростовых процессов у детей, проживающих в территориально разных ареалах среды обитания.

**Ключевые слова:** дети, период второго детства, физическое развитие, гематологические признаки, возрастная изменчивость, факторы взаимосвязи, интеграция.

**About the relationship between the signs of physical development and functional state of peripheral blood cells during second childhood in children.** The paper presents the results of studying the variability of indicators of the functional state of peripheral blood cells and physical development in children of the second childhood. It was found that within the interaction of various environmental factors together with their intra-school characteristics, the functional state of the erythroid system exerted an integrating effect on the physical health of the children's body. This influence was mani-

---

Контакты: <sup>1</sup> Чернова Г.В. – E-mail: <chernova.klg@mail.ru>



*fested at the level of a positive regression dependence of the variability of the weight and length (height) of the body of children on the number of erythrocytes and the concentration of hemoglobin in the peripheral blood at sufficiently high values of the correlation coefficient (from  $r = +0.62$  to  $r = +0.86$  at  $p < 0.001$ ). The erythroid cells of the peripheral blood of schoolchildren, being interconnected with their growth processes, were quantitatively determined genetically in 67.09 % of cases with the manifestation of environmental factors in 32.91 % . At the same time, the activity of leukocyte cells, determined by the variability of mainly segmented neutrophils and lymphocytes, was reflected in the ratio of granulocytes and lymphocytes (GNC / LF), which was a nonspecific indicator of adaptation processes in children in response to the effects of environmental factors on their bodies. These factors determined the age and quantitative ambiguity of growth processes in children living in geographically different habitats.*

**Key words:** children, second childhood, physical development, hematological signs, age-related variability, interconnection factors, integration.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-47-60**

Знания о процессах физического развития (ФР) детей и понимание их сущности необходимы для оценки динамики изменений совокупности признаков и свойств организма, характеризующих его формирование как целостной системы. При этом на каждом этапе развития происходит реализация генетической программы, координирующей определяющие для данного периода возрастные морфофункциональные особенности организма [2; 3; 10; 11; 22]. На его индивидуальную уникальность может оказывать влияние разнообразие этнического состава населения, изменчивость эколого-климатических и социально-экономических условий проживания, других характеристик жизни. Их взаимодействие обуславливало варьирование значений антропометрических признаков у детей и подростков, обследованных в 2001 – 2012 гг. Результатам анализа посвящены оригинальные статьи сборника материалов под редакцией акад. РАН и РАМН А.А. Баранова и члена-корр. РАМН В.Б. Кучмы [13], которые отражают состояние ФР подрастающего поколения разных регионов страны.

При воздействиях разных компонентов окружающей среды уровни изменчивости морфологических, физиологических и биохимических признаков неодинаковы [6; 15; 21]. Они определяются особой чувствительностью функциональных систем человека в критические периоды индивидуального развития и зависят от скорости формирования адекватной реакции его организма в ответ на влияние эндо- и экзогенных факторов. В связи с этим возникает необходимость разработки биометрических методов определения уровня развития морфофункциональных признаков для количественной оценки эффектов влияния различных факторов. В этом контексте требуют внимания дети раннего, первого и второго детства. Приведены основные характеристики физиологических систем их организма [2; 5; 12]. Количественные и качественные закономерности изменчивости, проявляемые на уровне гематологических показателей периферической крови у детей раннего и первого детства в связи с особенностями их ростовых процессов, показаны [14].

Обращают на себя внимание вопросы оценки состояния здоровья растущего организма школьного возраста [8; 13]. В современных социально-экономических условиях увеличивается влияние на здоровье учащихся факторов внутришколь-

ной среды. Среди них определяющим является интенсификация учебного процесса при использовании постоянно обновляющихся информационных технологий. Отмечено влияние на организм детей состояния классных помещений (температуры, относительной влажности, угарного газа, диоксида азота) [17], их оснащения необходимым оборудованием. У детей раннего школьного возраста наблюдалось снижение остроты зрения [20], проявление скелетно-мышечной патологии и отклонений развития других систем [1]. Показано [16; 18], что наиболее адекватным способом нормализации функционального состояния и здоровья школьников является использование физических упражнений. На основе анализа сведений литературы о наблюдаемых изменениях в состоянии функциональных систем учащихся и возможных способах его коррекции была сформулирована цель исследования.

Цель данной работы – изучить факторы, оказывающие интегрирующее влияние на проявление взаимосвязи между показателями гематологических признаков и соматического роста у детей второго детства.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В связи с тем, что при периодизации постнатального развития человека [2, 5, 10] второе детство определяется возрастом мальчиков от 8 до 12 лет, девочек – 8 - 11 лет, приводим, соответственно, данные для 5 групп мальчиков и 4 групп девочек. Для сравнения количественно показываем проявление признаков у 12-летних девочек. Обследованные дети представляют калужскую выборочную совокупность. При этом приведенные в данном сообщении репрезентативные результаты отражают в среднем 115 исследований по каждому возрастному признаку с колебаниями численности детей в группе от 100 до 120. Формирование групп проводилось с учетом включения в их состав детей европеоидной расы при близости параметров условий их проживания в социо-культурном и экологическом контексте. Такие требования соблюдались для оценки возможного воздействия на растущий организм внешне средовых факторов разного происхождения. Об особенностях их проявления судили по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и NASA. Эти особенности определялись изменениями солнечной активности – одним из главных природных факторов, оказывающих влияние на организм человека [6].

В связи с этим укажем, что анализируемые в данной работе результаты лонгитудных наблюдений характеризуют детей (в 2020 году им исполняется 18 лет), развитие которых проходило в периоде 23 солнечного цикла (СЦ) и продолжается в СЦ 24. Дети родились в 2003 году – времени с наиболее высокой эруптивной активностью Солнца в 23 СЦ. Она выражалась в виде комплекса динамичных явлений: вспышки, корональные и хромосферные волны, другие ее проявления, обусловившие геомагнитные возмущения. Соответственно, раннее постэмбриональное развитие детей сопровождалось высоко значимой солнечной активностью – СА. Последующее снижение СА достигло минимума в заключительные годы 23 СЦ (до декабря 2008 г.) и наблюдалось в течение 2 лет начала 24 СЦ [7]. При этом выражались другие космофизические явления: солнечная плазма излучала радиоволны, проявлялись электромагнитные колебания и других типов волн (тепловое

излучение). Среднегодовая температура воздуха в центральном регионе была рекордно высокой (на 10-12 градусов выше).

Рост детей, достигших периода второго детства (2010 -2014 гг.), характеризующийся в данной статье, сопровождался вспышками на Солнце и геомагнитными возмущениями в 2011 г. Они проявлялись и в 2012 г. (в меньшей степени по сравнению с 2011 г.). Средние суточные значения суммарной радиации превышали норму, особенно в 2013 г. Суммарная ультрафиолетовая радиация была самой высокой в 2014 г. В период 2010-2014 гг. среднемесячная температура воздуха была наиболее высокой в 2010-2011 гг. с экстремально жарким летом (из работы: «Эколого-климатические характеристики в 2011 г. по данным метеорологической обсерватории МГУ // Под редакцией Чубаровой Н.Е. – М.: МАКС, 2012. Такие результаты приведены для каждого года).

Город Калуга представляет Центральный регион Российской Федерации. Соответственно, показатели функционального состояния детей сопоставлялись с данными референтных таблиц, определенных для этого региона [8]. Они касаются ФР детей г. Москва.

Для оценки состояния ФР калужских детей проводили антропометрический скрининг, основанный на измерении обязательного набора показателей в единицах Международной системы физических величин (СИ), в том числе массы тела (МТ, кг), его длины (ДТ, м), окружности грудной клетки (ОГК, м). Известно, что к ведущим параметрам ФР относятся пропорции отдельных морфо-анатомических структур. В данной работе обращаем внимание на такой соматический показатель, как отношение ОГК/ДТ.

Все индивидуальные показатели гематологических признаков и соматического роста получены в лабораториях ГБУЗ КО «Калужская детская городская больница». Анализ параметров ФР проведен на основе рекомендаций ВОЗ (стандартные показатели развития детей, 2011) и методов, представленных в сборнике материалов [13]. Количество и функциональная активность клеток эритроидного и лейкоцитарного рядов изучены на основе современных методических технологий при использовании автоматических гематологических анализаторов.

Учитывая постоянно изменяющиеся эколого-климатические условия проживания человека, при биометрическом анализе применялись не только классические вариационно-статистические методы, но и научно-исследовательские технологии [4, 21] при использовании компьютерных программ. При этом выявлялись особенности проявления генетических и средовых факторов. Оценивалось их интегрирующее влияние на возрастную изменчивость гематологических и антропометрических признаков.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Из анализа данных литературы, в том числе [2; 5; 10; 11] следует, что изучение физического развития детей должно находиться в единстве с познанием его физиологических особенностей. В этом контексте представляется актуальным выявление взаимоотношений между функциональным состоянием клеток периферической крови эритроидного ряда и показателями соматического роста. Важнейшая функция эритроцитов (RBC, \*  $10^{12}/л$ ), как известно, сопряжена с синтезом

гемоглобина (HGB, г/л), который переносит кислород для нужд всех тканей. Характерной особенностью HGB является его повышенное сродство к кислороду, когда он находится в легких. В периферических тканях HGB более легко освобождает кислород. Проявление данного свойства HGB позволяет предположить о том, что его концентрация в периферической крови, выраженная относительно массы тела растущего организма, может изменяться. Для подтверждения такого предположения проанализируем данные рис. 1.

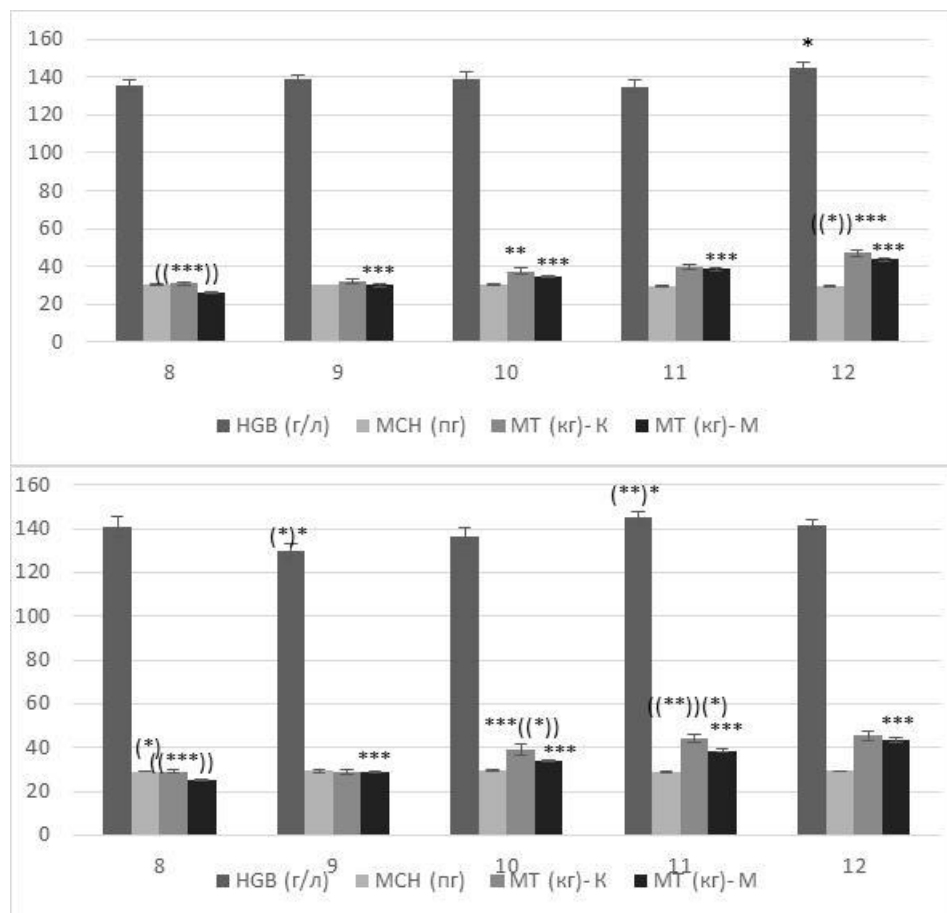


Рис. 1. Ряды изменчивости показателей концентрации гемоглобина (HGB) в периферической крови, среднего содержания HGB в одном эритроците – MCH у детей периода "Второе детство", массы тела калужских (К) и московских (М) детей. На верхней диаграмме приведены параметры мальчиков, нижней – девочек. По оси абсцисс– возраст, годы; ординат– значение признаков в единицах их измерения. Достоверность различий приведена при  $p < 0,05$  -\*,  $p < 0,01$  - \*\*,  $p < 0,001$  - \*\*\* (между группами мальчиков и девочек– в скобках), между группами московских и калужских детей в двойных скобках

Обращают на себя внимание показатели массы тела калужских детей (рис. 1). Параметры этого антропометрического признака у 8- и 12-летних мальчиков превышали значения референтных таблиц [7]. Их физическое развитие характеризовалось увеличением массы тела на 4,67 кг ( $p < 0,001$ ) и 3,61 кг ( $p < 0,001$ ) по сравнению с московскими мальчиками. Такие различия, связанные с повышением массы тела, у калужских девочек наблюдались в возрасте 8 (на 3,97 кг,  $p < 0,001$ ), 10 (5,06 кг,  $p < 0,05$ ), 11 лет (5,4 кг,  $p < 0,01$ ).

Статистически значимые возрастные изменения в показателях этого признака у калужских детей проявлялись не всегда, у их московских сверстников они наблюдались на высоком достоверном уровне (рис.1). Несмотря на особенности возрастной изменчивости массы тела на начальном периоде школьного образования у детей -калужан и москвичей, как представителей Центрального региона Российской Федерации, у них не происходило функционально значимых для роста организма отклонений за весь второй период детства. Масса тела калужских мальчиков за 5 лет увеличилась на 16,34 кг, московских – на 17,40 кг. Ее повышение у девочек за 4 года этого периода составило: 14,83 кг и 13,40 кг соответственно. Девочки 12 лет, по принятой в настоящее время периодизации, как уже указывалось, относятся к периоду «подростковый возраст». Возрастание массы тела по сравнению с предыдущим годом (на 5,1 кг) наблюдалось только у московских девочек (рис. 1).

Закономерности изменчивости другого признака ростового процесса у детей периода второго детства обусловили его повышение в связи с увеличением возраста мальчиков обеих обследованных выборочных совокупностей (рис. 2).

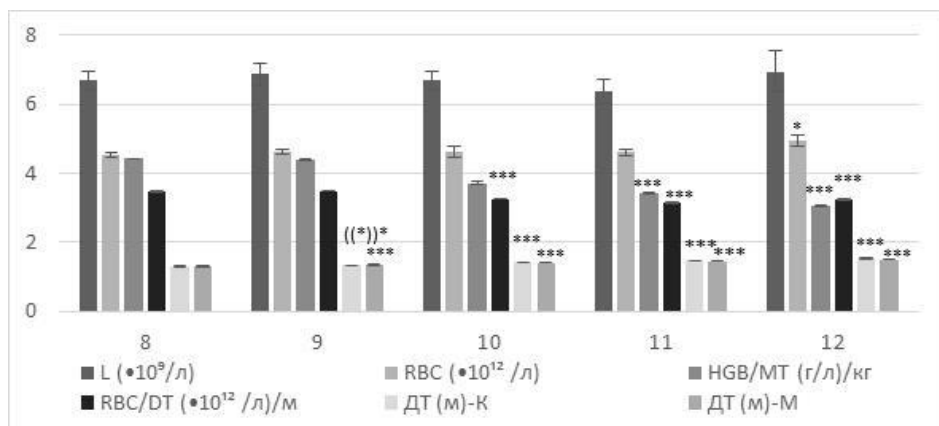


Рис. 2. Показатели варьирования общего количества лейкоцитов – L ( $\cdot 10^9/\text{л}$ ), эритроцитов – RBC ( $\cdot 10^{12}/\text{л}$ ) и роста (длина – ДТ,м) калужских (К) и московских (М) мальчиков периода второго детства. Другие обозначения как на рис. 1

Рост калужских мальчиков за период второго детства увеличился на 22,1 см, московских – на 20,5 см, то есть средний темп роста за год варьировал незначительно. Длина тела (рост) калужских и московских девочек увеличилась за 5 лет на 21,9 и 24, 2 см, за 4 года – 19,20 см и 17,20 см, соответственно. При этом у ка-

лужских девочек наиболее интенсивный рост происходил на 10 и 11 гг. их развития (рис. 3).

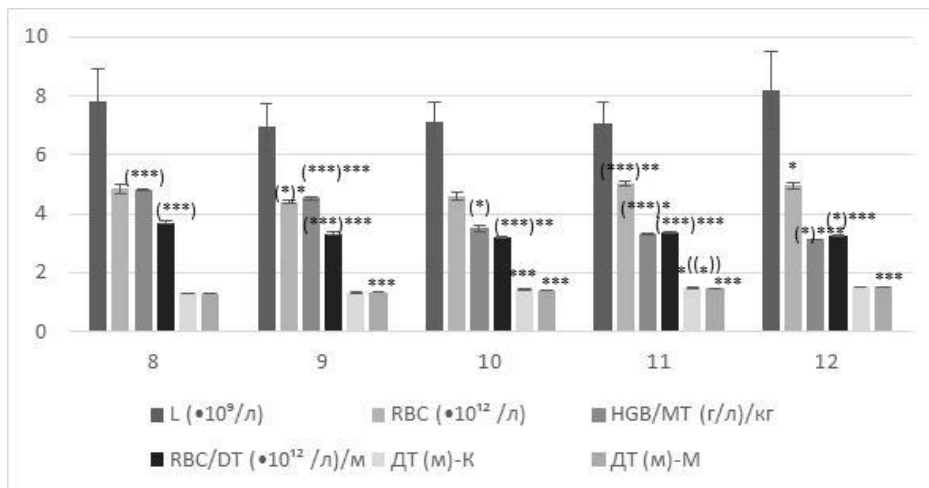


Рис. 3. Показатели варьирования признаков у девочек. Обозначения как на рис. 2.

Кроме изменчивости указанных ведущих параметров физического развития, на рис. 4 приведены важные по своей функциональной и структурной значимости показатели отношения окружности грудной клетки к длине тела (ОГК/ДТ) детей. Они характеризуют остов их организма и пространственную его гармоничность. В последовательном ряду лет периода второго детства величина ОГК/ДТ у калужских детей (данные московских детей по этому параметру не приведены [8]) не показывала количественных статистически подтвержденных отклонений (рис. 4).

Выявление регуляторных механизмов возрастной изменчивости МТ, ДТ и проявляемой при этом устойчивости показателей ОГК/ДТ в пределах второго периода детства сопровождалось изучением функциональной активности клеток эритроидного ряда. Количество RBC в периферической крови калужских мальчиков (показатели московских детей не приведены) в связи с увеличением их возраста достоверно не изменялось (рис. 2), у девочек – снижение данного показателя было сопряжено с последующим повышением количества RBC (рис. 3). Возрастание концентрации HGB произошло только у мальчиков в 12-летнем возрасте, у девочек наблюдалась динамика, сходная с изменчивостью RBC (рис. 1). Указанные изменения в состоянии эритроидной системы во втором периоде детства не отразились на среднем содержании HGB в одном RBC (рис. 1). Однако проявлялись гендерные различия.

Оценка возрастной изменчивости показателей ФР и гематологических признаков эритроидного ряда у детей периода второго детства была проведена на уровне сравнения динамики изменчивости двух признаков. Она выразилась в виде регрессионной положительной зависимости RBC от количества МТ от коэффициента корреляции («r»), равном 0,86 ( $p < 0,001$ ) у мальчиков,  $r = 0,68$  – девочек. Регрессионная зависимость, выраженная в равной степени,  $p < 0,001$  (при  $r = 0,66$

у мальчиков,  $r = 0,66$  – девочек) характеризовала взаимосвязь между HGB и МТ. Она примерно в такой же степени влияла на возрастную изменчивость ДТ от динамики количества RBC. Значения « $r$ » составляли 0,64 и 0,62 при  $p < 0,001$ , соответственно, у мальчиков и девочек.

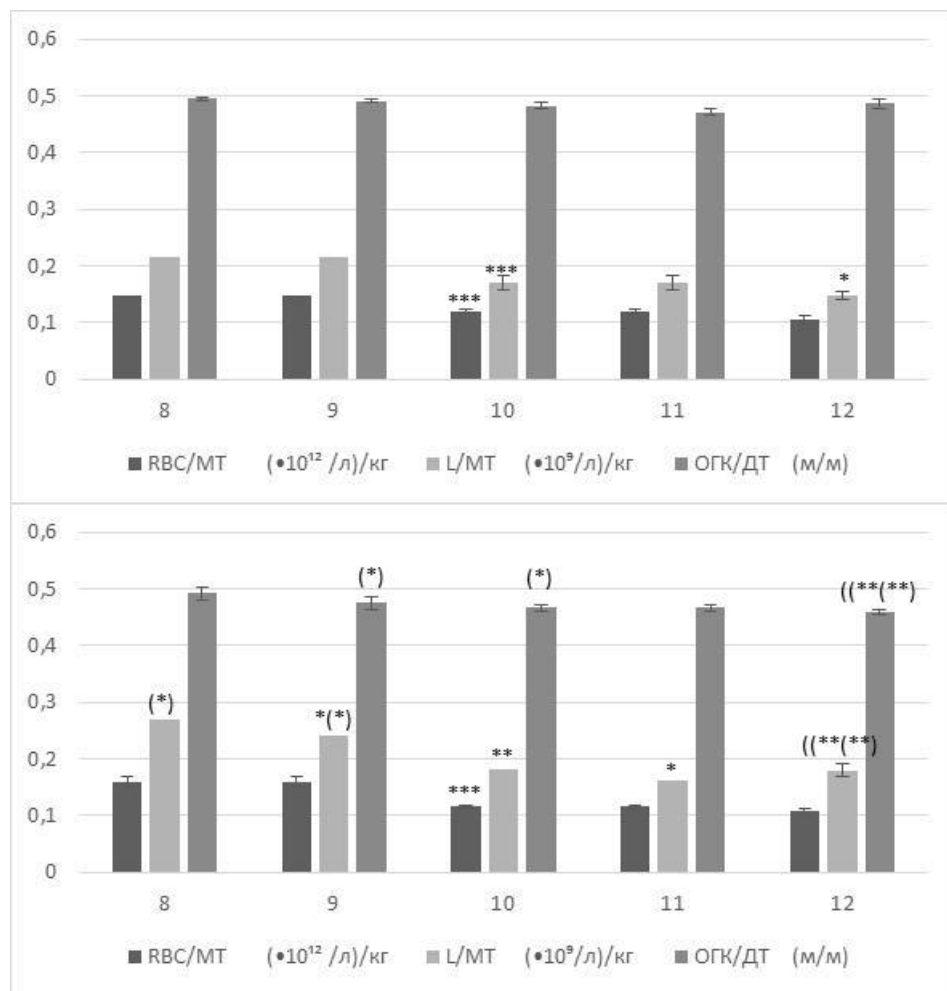


Рис. 4. Отношение (индексы): 1) количества эритроцитов (RBC) и лейкоцитов (L) к массе тела детей периода второго детства; 2) окружности грудной клетки к их росту (длине тела, м). Показатели верхней диаграммы характеризуют признаки мальчиков, нижней – девочек. Достоверность различий между возрастными периодами (без скобок), в гендерном аспекте (в скобках) по отношению к другому периоду – в двойных скобках при  $p < 0,05$  – \*, при  $p < 0,01$  – \*\*, при  $p < 0,001$  – \*\*\*.

Данные о взаимосвязях между параметрами возрастной изменчивости, отражающей формирование антропометрических признаков в связи с динамикой показателей системы крови, проявляются и на уровне клеток лейкоцитарного ряда (рис. 2, 3, табл. 1, 2). У них с показателями МТ и ДТ была выражена слабая регрессионная зависимость при «г», не превышающем 0,24. Такая особенность в наблюдаемой взаимосвязи между возрастной изменчивостью проявляемых признаков свидетельствует о том, что на данном этапе онтогенеза на организм обучающихся оказывали влияние факторы среды космофизического происхождения, о которых свидетельствовано в разделе «Организация и методы исследования».

Наиболее чувствительными к ним были дети 8, 9 и 10 лет. Их развитие проходило в 2010-2012 гг. и было сопряжено с экстремально высокими значениями температуры воздуха, геомагнитными возмущениями, другими проявлениями солнечной активности. У 9-летних мальчиков происходило увеличение количества гранулоцитов (ГНЦ) по сравнению с 8-летними и уменьшение к 10 годам, у девочек – снижение количества ГНЦ в 9 лет и увеличение к 10 годам. Изменение ГНЦ в основном было сопряжено с динамикой сегментоядерных нейтрофилов (табл. 1, 2). Снижение их содержания у 10-летних мальчиков обусловило уменьшение индекса, отражающего отношение ГНЦ и лимфоцитов (ЛФ) как индикатора неспецифических адаптационных процессов организма. Понижение количества ЛФ у мальчиков 11 лет обусловило увеличение индекса ГНЦ/ЛФ, что, очевидно, явилось отражением влияния высокого уровня среднесуточного значения суммарной радиации в 2013 году

Таблица 1

*Лейкоцитограмма мальчиков периода второго детства*

Возраст, годы	Гранулоциты-ГНЦ ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )			$\Sigma$ ГНЦ ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )	ЛФ ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )	Индексы ГНЦ/ЛФ	МН ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )
	СН	ПН	ЭОЗ				
8	2,97± 0,12	0,08± 0,01	0,19± 0,04	3,23± 0,14	3,12± 0,16	1,08± 0,09	0,29± 0,06
9	* 3,46± 0,20	* 0,12± 0,01	0,14± 0,02	* 3,71± 0,19	2,89± 0,18	* 1,38± 0,13	* 0,23± 0,02
10	* 2,89± 0,25	0,15± 0,04	0,12± 0,03	* 3,15± 0,25	3,16± 0,21	* 1,03± 0,14	* 0,36± 0,07
11	3,18± 0,16	0,11± 0,01	0,09± 0,01	3,37± 0,12	2,60± 0,170	* 1,42± 0,14	* 0,36± 0,06
12	3,46± 0,18	0,11± 0,01	0,13± 0,03	3,67± 0,19	2,91± 0,21	1,39± 0,20	0,27± 0,02

*Примечание: СН – сегментоядерные нейтрофилы, ПН – палочкоядерные нейтрофилы, ЭОЗ – эозинофилы, ГНЦ – гранулоциты, ЛФ – лимфоциты, МН – моноциты,  $\Sigma$  – символ общего количества клеток гранулоцитарного ряда. Показана достоверность возрастной изменчивости при  $p < 0,05$ .*



Таблица 2

## Лейкоцитограмма девочек периода второго детства

Возраст, годы	Гранулоциты– ГНЦ ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )			$\Sigma$ ГНЦ ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )	ЛФ ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )	Индексы ГНЦ/ЛФ	МН ( $\cdot 10^9/\text{л}$ )
	СН	ПН	ЭОЗ				
8	3,68± 0,22	0,09± 0,01	0,10± 0,01	3,88± 0,21	3,59± 0,30	1,14± 0,16	0,37± 0,10
9	* 2,78± 0,44	0,17± 0,07	0,10± 0,03	* 3,04± 0,41	3,58± 0,49	0,96± 0,27	0,32± 0,08
10	* 3,45± 0,39	0,12± 0,04	0,18± 0,06	* 3,75± 0,33	3,06± 0,33	1,35± 0,26	0,33± 0,04
11	3,62± 0,29	0,11± 0,01	0,14± 0,06	3,86± 0,27	2,82± 0,29	1,56± 0,29	0,34± 0,07
12	3,86± 0,26	0,18± 0,05	0,09± 0,01	4,12± 0,27	* 3,74± 0,30	1,19± 0,17	0,33± 0,04

Примечание: Обозначения выражены в символах табл. 1.

Принимая во внимание особенности проявления космофизических факторов (КФ) в период роста детей, была количественно оценена доля их влияния на изменчивость показателей ФР, параметров эритроидного и лейкоцитарного рядов периферической крови (рис. 1-3, табл. 1, 2). Оказалось, что на количество RBC в разных возрастных группах влияние КФ, как средовых факторов, составляло 32,91 % . В этих условиях определяющими возрастное количество RBC были генетические факторы (в 67,09 % случаев). Реализация такого генотип-средового взаимодействия выражалась в снижении количества эритроцитов относительно массы тела детей (рис. 4) и их роста (рис. 2) в первые 3 - 4 года периода второго детства. Эффект влияния средовых факторов, составляя 57,80 % при уровне генотипической компоненты, равной 42,20 % , обусловил снижение величины отношения HGB/MT в связи с увеличением возраста детей (рис. 2). Общее количество лейкоцитов (рис. 2,3), отражая особенности лейкоцитарного состава (табл. 1, 2) и определяя устойчивость организма в ответ на флуктуацию разных средовых факторов в процессе роста детей, контролировалось в 82, 20 % случаев генетически.

С учетом всех приведенных генотип-средовых эффектов определено, что рост детей (длина их тела) в периоде второго детства был детерминирован на уровне реализации генетической информации в 97,4 % случаев при интегрирующем влиянии функциональной активности клеток эритроидной системы, что выразилось в статистической неизменяемости ОГК/ДТ, проявленной на уровне отдельного анализа у мальчиков и девочек.

## ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ показателей физического развития детей двух выборочных совокупностей Центрального Федерального региона показал, что общие темпы (за весь период второго детства) их ростовых процессов были статистически близкими по своему значению. Однако дети г. Москвы и Калуги имели различия в возрастных особенностях проявления признаков. У московских детей нарастание массы тела было постепенным, у калужских мальчиков – на втором этапе периода. Длина тела московских и калужских мальчиков увеличивалась с увеличением их возраста примерно одинаково, у калужских девочек – во второй половине периода. Гендерные особенности роста определили различия в формировании роста детей. У девочек отношение окружности грудной клетки к длине тела было меньшим по сравнению с его значением у мальчиков в 9 и 10 лет, что отражало проявление эволюционно и генетически определяемого полового диморфизма.

2. Неоднозначность проявления ростовых процессов у детей, представляющих территориально разные ареалы их проживания, очевидно, была обусловлена эндо- и экзогенными воздействиями на растущий организм. Оценка, проведенная с их учетом у калужских детей, свидетельствовала о координирующем влиянии на изменчивость показателей их физического развития взаимодействия генетических (G) и средовых (E) факторов. Генотип-средовые эффекты выражались на уровне возрастного варьирования массы и длины тела, отношения параметров системы крови к этим показателям.

3. Наиболее информационно значимыми для роста детей и сопровождающей его формирование массы их тела явилась изменчивость функциональной активности клеток эритроидного ряда. Она выражалась в высокой положительной регрессионной зависимости параметров физического развития детей от количества эритроцитов и концентрации гемоглобина в периферической крови детей. Эта зависимость была отражением интегрирующего значения эритроидной системы в процессе роста детей.

4. При этом изменчивость клеток лейкоцитарного ряда проявляла слабую взаимосвязь с динамикой ростовых процессов. Их функциональная активность поддерживала такое соотношение гранулоцитов и лимфоцитов в периферической крови детей, при котором формировались адаптивные реакции их организма в ответ на сочетанное воздействие факторов природного происхождения при изменении солнечной активности.

5. Исследование проявления признаков у 12-летних девочек, относящихся к первому году периода «Подростковый возраст», выявило их отличительные особенности по сравнению с 4 (заключительным) годом периода «Второе детство». Они сводились к следующему: снижение величины отношения окружности грудной клетки к длине тела, уменьшение концентрации гемоглобина по отношению к массе тела, повышение количества лимфоцитов в периферической крови, количественное снижение отношения общего количества гранулоцитов по отношению к числу лимфоцитов. Все отмеченные функционально значимые показатели отражают возрастную периодизацию жизни человека.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амглан Г., Погорелова И.Г. Школьная среда и факторы риска, влияющие на физическое развитие и здоровье обучающихся // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 1 (32). Часть 4. – С. 8-12.
2. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология: (Физиология развития ребенка). – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с.
3. Бурак И.И., Сычик С.И., Шевчук Л.М. и др. Гигиена и экология человека. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 272 с.
4. Келина Н.Ю., Безручко Н.В., Рубцов Г.К. и др. Биоинформационные технологии в оценке влияния химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения: аналитический обзор // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – Т. 107, № 5. – С. 164-169.
5. Киеня А.И., Бандажевский Ю.И. Здоровый человек: Основные показатели. – Минск: «Экоперспектива», 1997. – 108 с.
6. Коротаев А.В., Билюга С.Э., Малков С.Ю. и др. О солнечной активности как важном факторе социально-политической дестабилизации // История и современность. – 2016. – С. 180-209.
7. Крайнев М.Б. О 23 и 24 циклах солнечной активности // Краткие сообщения по физике ФИАН. – 2012.– № 4.– С. 1-7.
8. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Скоблина Н.А., Ямпольская Ю.А., Бокарева Н.А., Милушкина О.Ю., Бесстрашная Н.А. Физическое развитие детей и подростков в возрасте 7 -15 лет г. Москвы. Сборник материалов. Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучма. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Выпуск VI. – М.: ПедиатрЪ, 2013. – 192 с.
9. Кучма В.Р., Скоблина Н.А., Сухарев А.Г., Сухарева Л.М. Организация профилактических медицинских осмотров детей в образовательных учреждениях и оценка их состояния здоровья. // Профилактическая педиатрия / под ред. А.А. Баранова. Л.С. Намазовой-Барановой. – М.: ПедиатрЪ, 2015. – С.479-529.
10. Савченков Ю.И., Солдатова О.Г., Шилов С.Н. Возрастная физиология (Физиологические особенности детей и подростков). – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2013. – 143 с.
11. Сергеева К.М., Смирнова Н.Н., Суровцева А.П. Физиология и патология периода новорожденности. – СПб: Издательство СПбГМУ, 2008. – 22 с.
12. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. – М.: Изд-во «Спорт», 2017. – 620 с.
13. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Сборник материалов. Выпуск VI. Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. – М.: ПедиатрЪ, 2013. – 192 с.
14. Чернова Г.В., Сидоров П.В., Ергольская Н.В., Козурова А.В., Иконникова Е.А., Ширяева Л.В. Изменчивость показателей гематологических признаков у детей периодов раннего и первого детства в связи с динамикой параметров их соматического роста и основного обмена // Новые исследования. – 2019. – № 1. – С. 86-98.
15. Чернова Г.В., Сидоров В.В., Ширяева Л.В., Тимофеева М.А., Петросян В.В. Изменчивость показателей эритроидного ряда периферической крови детей

первого года жизни как проявление генотип-средовых эффектов // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 2. – С. 26-31.

16. Global recommendations on physical activity for health. Geneva, World Health Organization, 2010. – 60p.

17. Jeong-Lim Kim, Lena Elfman, Gunilla Wieslander, Martin Ferm, Kjell Torén Dan Norbäck. Respiratory Health among Korean Pupils in Relation to Home, School and Outdoor Environment. // *J Korean Med Sci*: Feb. – 2011. – 26(2). – P. 166-173.

Kelly P., Cavill N., Foster C. Young and physically active: a blueprint for maxing physical activity appealing to youth. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2013. – 44 p.

Samia A. Abdel Rahman Mohamed. Incompatibility between Students' Body Measurements and School Chairs. *World Applied Sciences Journal* 21 (5): 689-695, 2013.

Toledo CC1, Paiva AP, Camilo GB, Maior MR, Leite IC, Guerra MR. Early detection of visual impairment and its relation to academic performance. Among pupils, third-grade students from public elementary schools of the municipality of Juiz de Fora, state of Minas Gerais, Brazil. *Pubmed journal*, 2010 Jul-Aug;56(4):415-9.

Vrijheid M., Martinez D., Marizanares S. Dadvand P., Schembari A., Rankin J., Nieuwenhuijsen M. Ambient Air Pollution and Risk of Congenital Anomalies: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect*. 2011. 119(5). P. 598 -606.

Young childrens screen activities, sweet drink consumption and antropometry: results from a prospective European study / S. Olafsdottir, C. Berg, G. Eiben, A. Lanfer, L. Reisch, W. Ahrens, Y. Kourides [et al.] // *Ramlam Maimonides Med. J.*, 2013. – Vol. 29. – P. 25.

## REFERENCE

1. Amglan G., Pogorelova I.G. The school environment and risk factors affecting the physical development and health of students // *International Scientific Journal*. – 2015. – No. 1 (32). Part 4. – S. 8-12.

2. Bezrukikh M.M., Sonkin V.D., Farber D.A. Age-related physiology: (Physiology of child development). – M.: Publishing Center "Academy", 2003. – 416 p.

3. Burak I.I., Sychik S.I., Shevchuk L.M. and others. Hygiene and human ecology. – Minsk: Higher School, 2015. – 272 p.

4. Kelina N.Yu., Bezruchko N.V., Rubtsov G.K. et al. Bioinformation technologies in assessing the impact of chemical environmental pollution on public health: an analytical review // *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. – 2011. – V. 107, No. 5. – S. 164-169.

5. Kienya A.I., Bandazhevsky Yu.I. Healthy person: Key indicators. – Minsk: Eco-perspective, 1997. – 108 p.

6. Korotaev A.V., Bilyuga S.E., Malkov S.Yu. and others. On solar activity as an important factor in socio-political destabilization // *History and Modernity*, 2016. – S. 180-209.

7. Krainev M.B. About 23 and 24 cycles of solar activity // *Brief Communications on Physics, Lebedev Physical Institute*. – 2012. – No. 4. – S. 1-7.

8. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Skoblina N.A., Yampolskaya Yu.A., Bokareva N.A., Milushkina O.Yu., Fearless N.A. Physical development of children and adolescents aged 7-15 years in Moscow. Collection of materials. Ed. Acad. RAS and RAMS A.A. Baranova, corresponding member RAMS V.R. Kuchma. Physical development of children and adolescents of the Russian Federation. Issue VI. – M.: Pediatric, 2013. – 192 p.
9. Kuchma V.R., Skoblin N.A., Sukharev A.G., Sukhareva L.M. Organization of preventive medical examinations of children in educational institutions and assessment of their health status. Preventive Pediatrics / Ed. A.A. Baranova. L.S. Namazova-Baranova. – M.: Pediatric, 2015. – S. 479-529.
10. Savchenkov Yu.I., Soldatova O.G., Shilov S.N. Age-related physiology (Physiological characteristics of children and adolescents). – M.: Humanitarian Publishing Center VLADOS, 2013. – 143 p.
11. Sergeeva K.M., Smirnova N.N., Surovtseva A.P. Physiology and pathology of the neonatal period. – St. Petersburg: Publishing House SPbGMU, 2008. – 22 p.
12. Solodkov A.S. Human physiology. The total. Athletic. Age. – M.: Sport Publishing House, 2017. – 620 p.
13. Physical development of children and adolescents of the Russian Federation. Collection of materials. Issue VI. Ed. Acad. RAS and RAMS A.A. Baranova, corresponding member RAMS V.R. Kuchma. – M.: Pediatric, 2013. – 192 p.
14. Chernova G.V., Sidorov P.V., Ergolskaya N.V., Kozurova A.V., Ikonnikova E.A., Shiryayeva L.V. Variability of indicators of hematological signs in children of early and first childhood in connection with the dynamics of the parameters of their somatic growth and basal metabolism // Almanac. New research. – 2019. – No. 1. – S. 86-98.
15. Chernova G.V., Sidorov V.V., Shiryayeva L.V., Timofeeva M.A., Petrosyan V.V. Variability of indicators of the erythroid series of peripheral blood of children of the first year of life as a manifestation of genotype-environmental effects // Public Health and Habitat. – 2019. – No. 2. – S. 26-31.

# ПСИХОЛОГИЯ

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ 15-16 ЛЕТ В СИТУАЦИИ МОБИЛИЗАЦИОННОЙ ГОТОВНОСТИ

И.А. Криволапчук<sup>1\*</sup>, М.Б. Чернова<sup>\*</sup>, С.А. Баранцев<sup>\*</sup>, В.В. Мышьяков<sup>\*\*</sup>  
<sup>\*</sup>ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва  
<sup>\*\*</sup>УО «Гродненский государственный университет  
имени Янки Купалы», г. Гродно

В исследовании выявлены особенности функционального состояния школьников 15-16 лет в условиях мобилизационной готовности, определяемой инструкцией, требующей максимально быстрого и безошибочного выполнения когнитивного задания. Изучение психофизиологической реактивности в условиях мобилизационной готовности выявило повышение уровня неспецифической активации ЦНС, возрастание напряжения корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции активного бодрствования, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела ВНС, возрастание уровня ситуативной тревожности. Подобные изменения изучаемых показателей у школьников 15-16 лет рассматриваются как проявление психической напряженности, направленной на повышенную мобилизацию адаптационных резервов организма в ситуации прагматической неопределенности, когда неизвестно сколько ресурсов потребуется для достижения полезного приспособительного результата.

**Ключевые слова:** психофизиологическая реактивность, мобилизационная готовность, инструкция, механизмы регуляции состояния.

*Functional state of 15-16-year-old adolescents in the situation of readiness to cognitive performance. The study revealed the features of the functional state of 15-16-year-old schoolchildren under the conditions of readiness to perform the fastest and the most error free cognitive tasks following the instructions. The study of psychophysiological reactivity in the conditions of readiness to cognitive performance revealed an increased level of nonspecific activation of the central nervous system, an increased tension of the cortical-stem and limbic-reticular mechanisms of regulation of active wakefulness, a shift in the autonomic balance towards the prevalence of the activity of the sympathetic division of the ANS, an increased level of situational anxiety. Such changes of indicators in schoolchildren of 15-16 years old are seen as mental tension aimed at increased readiness of the body's adaptive reserves in the situation of pragmatic uncertainty, when it is not known how many resources will be necessary to achieve the desired adaptive result.*

**Key words:** psychophysiological reactivity, readiness to cognitive performance, instruction, functional state regulation mechanisms.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-61-70**

---

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

Совершенствование способности к экстренной мобилизации психофизиологических ресурсов является одним из условий, определяющих особенности регуляции функционального состояния (ФС) организма в различные возрастные периоды. Изменения ФС школьников в ситуации мобилизационной готовности зависят от ряда интегральных параметров, среди которых наиболее существенное влияние на его динамику оказывает психофизиологическая реактивность, тесно связанная с активностью модулирующих систем мозга, обеспечивающих приспособляемость организма к постоянно изменяющимся условиям природной и социальной среды [20; 24; 25; 19; 26]. Психофизиологическая реактивность значительной степени определяет адаптацию к когнитивным, эмоциональным, физическим и другим нагрузкам. Отдельно следует отметить, что психофизиологические реакции, формирующиеся в условиях мобилизационной готовности, зависят от индивидуальных особенностей субъекта и ряда регуляторных воздействий, которые могут определяться отношением испытуемого к полученной инструкции, поставленной задаче и условиям эксперимента [4]. Известно, что избыточная активация приспособительных механизмов организма при психологическом стрессе и напряженности способствует возникновению неблагоприятных изменений ФС, развитию тревожности, депрессии, агрессивности, формированию предрасположенности к целому ряду неинфекционных заболеваний [19; 24; 25; 26; 27; 29]. В этой связи следует подчеркнуть, что изучение психофизиологических реакций школьников в ситуациях мобилизационной готовности необходимо для создания эффективных приемов оптимизации их ФС в условиях современной психосоциальной среды, улучшения стрессоустойчивости и укрепления здоровья. Однако несмотря на имеющиеся данные возрастные особенности психофизиологической реактивности школьников в условиях мобилизационной готовности изучены недостаточно.

Цель исследования – выявить особенности функционального состояния школьников 15-16 лет в ситуации мобилизационной готовности к выполнению интенсивной когнитивной нагрузки.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В экспериментальном рандомизированном исследовании принимали участие мальчики 15-16 лет ( $n = 146$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Исследование проходило в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации. Репрезентативность выборки достигалась способом рандомизации. Отбор мальчиков для исследования осуществлялся на основе бесповторного отбора. Учебный труд школьников по всем показателям соответствовал первому и второму классу напряженности. Испытуемые не имели каких-либо противопоказаний для участия в исследовании, не употребляли лекарств и продуктов, содержащих кофеин менее, чем за 2 часа перед обследованием.

Исследование ФС проводили в условиях спокойного бодрствования и при мобилизационной готовности. В процессе тестирования испытуемые находились в положении сидя.

Обследуемые не были предварительно ознакомлены с условиями тестирования. После стабилизации всех показателей в фоновом состоянии вводилась моби-

лизационная инструкция, содержащая требование безошибочно работать с максимально возможной скоростью. Организацию исследования осуществляли таким образом, чтобы актуализировать у старшеклассников состояние мобилизационного напряжения. Уровень мобилизационной готовности в процессе исследования определялся характером задания, заложенного в инструкции.

Все испытуемые были мотивированы на ответственное и безошибочное выполнение заданий. Факторами, вызывающими психическую напряженность, являлись: прагматическая неопределенность ситуации, дефицит времени, дефицит информации, высокие требования к скорости и точности выполнения предстоящей деятельности, «угроза наказания». Состояние мобилизационной готовности оценивалось в период времени между командами «приготовились» и «начали», составляющий 2-3 минуты.

Активность мотивации деятельности изучалась в ходе свободной беседы методом шкалированной самооценки на основе использования зрительно-аналоговой шкалы [15]. Измерения проводили в состоянии общей мобилизационной готовности к деятельности, после введения инструкции о выполнении тестового задания. Школьникам предъявлялся лист бумаги с нанесенной на него вертикальной линией высотой 100 мм (нижний конец ее обозначался 0, а верхний – 100). Испытуемый должен был отметить на линии то место, которое он занимает среди всех школьников, участвующих в эксперименте, по степени значимости результатов данного тестирования.

Регистрация  $\omega$ -потенциала (ОП), характеризующего функциональное состояние ЦНС, осуществлялась по методике В. А. Илюхиной [9] посредством портативной установки с высоким входным сопротивлением (100 МОм), предназначенной для исследования сверхмедленных физиологических процессов головного мозга. Определяли время спонтанной релаксации (ВСРОп), величину спонтанного снижения негативации  $\omega$ -потенциала (ОПн–ОПплато и типы его спонтанной динамики [9].

Для выявления степени напряженности регуляторных систем использовали вариационный анализ сердечного ритма по методике Р. М. Баевского. Реализация метода осуществлялась с помощью автоматизированного комплекса на базе персонального компьютера. В состоянии покоя записывали 300–500, а при тестовых нагрузках – 100–150 кардиоинтервалов. Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), моду ( $M_0$ ), амплитуду моды ( $AM_0$ ), разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ), среднеквадратическое отклонение (SDNN), стресс-индекс (SI) [2; 18].

Систолическое (СД) и диастолическое (ДД) артериальное давление крови регистрировали в соответствии с рекомендациями Society for Psychophysical Research (1996) [28]. Применяли адекватную возрасту манжету. На основании проведенных измерений рассчитывали среднее давление (САД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ВИК), индекс Мызникова (ИМ) [Мызников, 1993], индекс функциональных изменений (ИФИ) [1].

С помощью варианта 8-цветового теста М. Люшера определяли уровень ситуативной тревожности (СТ) [13].

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0.



Результаты статистической обработки представлены в виде средних значений показателей и средней ошибки ( $M \pm m$ ), средних значений разности между выборками с попарно связанными вариантами и их средней ошибки ( $d \pm m$ ). Статистическую значимость различий определяли на основе расчета t-критерия Стьюдента для связанных выборок. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение  $\omega$ -потенциала (ОП) выявило, что у мальчиков 15-16 лет средние его значения в условиях спокойного бодрствования составляли  $18,71 \pm 1,32$  мВ (табл. 1). Индивидуальный анализ показал, что в 51 % случаев находятся в диапазоне от -25 до -40 мВ, в 30 % случаев – в пределах от -5 до -25 мВ, в 19 % случаев – от -41 до -60 мВ и более.

Таблица 1

*Психофизиологические показатели ФС мальчиков 15-16 лет в условиях покоя и мобилизационной готовности*

Показатель	Состояние покоя	Мобилизационная готовность		
		A	C	
		M±m	d±m	%
ОП, мВ	18,71±1,32	40,13±1,52	21,42±1,63***	114,5
RRNN, мс	805,7±23,8	742,4±14,6	-63,3±12,3***	-7,86
Mo, мс	828,2±24,1	758,1±12,2	-70,1±11,8***	-8,46
MхDMп, мс	283,9±14,3	230,24±13,2	-53,66±11,4***	-18,9
AMo, %	36,12±1,55	43,46±1,87	7,34±1,31***	20,32
SI, отн. ед.	108,63±16,69	175,12±15,4	66,49±16,82***	61,21
SDNN, мс	69,8±3,9	41,8±2,1	-28,5±3,1***	-40,8
ЧСС, уд/мин	76,91±1,45	89,7±1,41	12,79±1,27***	16,63
СД, мм. рт. ст.	122,25±1,63	131,01±1,72	8,76±1,05***	7,17
ДД, мм. рт. ст.	73,72±1,49	82,69±1,38	8,97±1,01***	12,17
САД, мм. рт. ст.	89,64±1,45	98,49±1,20	8,85±0,94***	9,87
ДП, отн. ед.	96,41±2,70	117,42±2,25	21,01±2,39***	21,79
ИМ, отн. ед.	128,37±1,97	141,01±3,95	12,64±3,21***	9,85
ВИК, отн. ед.	0,07±0,02	0,20±0,02	0,13±0,03***	42,86
ИФИ, отн. ед.	5,73±0,04	5,98±0,04	0,25±0,04***	4,36
СТ, баллы	2,14±0,36	2,89±0,42	0,75±0,31*	35,05
МД, мм	–	72,1±2,2	–	–

*Примечание: А – абсолютное значение показателя, С – сдвиг показателя по отношению к состоянию спокойного бодрствования, \*, \*\*, \*\*\* – статистическая значимость сдвига при  $p < 0,05, 0,01, 0,001$  соответственно*

Полученные данные свидетельствуют, что большая часть обследуемых школьников характеризовалась оптимальным уровнем оперативного покоя на фоне широких адаптационных возможностей организма [9]. Вместе с тем значи-

тельная часть обследуемых по данным омегаметрии отличалась либо сниженными функциональными резервами организма, либо – напряжением механизмов регуляции ФС [Илюхина, 2013].

Величина спонтанного снижения ОП в среднем составляла  $15,7 \pm 1,82$  мВ, а время спонтанной релаксации (ВСР) – 3-5 минут. При анализе спонтанных изменений сверхмедленных биопотенциалов было установлено, что преобладающим типом динамики ОП в состоянии покоя является I тип омегаграммы. По имеющимся данным I тип динамики сверхмедленных биопотенциалов характеризует сбалансированность корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции, обеспечивающих оптимальный уровень активного бодрствования и оперативного покоя, при сохранности механизмов быстрой релаксации в условиях перехода из состояния активации к состоянию спокойного бодрствования [9].

У отдельных испытуемых выявлено отсутствие стабилизации значений ОП в условиях плато. У школьников с исходно повышенным уровнем активного бодрствования (ОПнач.) наблюдали более медленную спонтанную релаксацию. Эти данные также указывают на напряжение корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции ФС в состоянии покоя, повышенную психоэмоциональную лабильность и сниженную устойчивость к действию неблагоприятных факторов.

В условиях мобилизационной готовности величина  $\omega$ -потенциала в 98 % случаев возрастала. Максимальное увеличение данного показателя происходило на 15-30 секундах после введения стимулирующей инструкции. Средние значения ОП достигали  $40,13 \pm 1,52$  мВ. Величина сдвига по сравнению с уровнем плато составила  $21,42 \pm 1,63$  (114,5 % ,  $p < 0,001$ ). Полученные данные свидетельствуют о выраженной реактивности этого показателя в рассматриваемых условиях. Высокие негативные значения ОП при мобилизационной готовности указывают на избыточное напряжение корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции ФС, характерное для стадии тревоги общего адаптационного синдрома на фоне высокого уровня мотивации деятельности. Последнее хорошо согласуется с представлением о том, что мотивация является фактором формирования состояния психической напряженности [8, 3].

Изучение вегетативных и поведенческих показателей неспецифической активации проводилось на основе использования временного анализа вариабельности ритма сердца, артериального давления крови и теста Люшера. Оценка в состоянии спокойного бодрствования величин ЧСС, RRNN, Mo, AMo, MxDMn, SDNN, SI у школьников 15-16 лет (см. табл. 1) показала, что они близки к средневозрастным значениям, полученным другими авторами [5; 18]. Соответствие возрастным нормам выявлено и в отношении СД, ДД, САД, ДП, ВИК, ИМ, ИФИ [5, 14]. Величина показателя ситуативной тревоги по тесту Люшера составила в среднем  $2,14 \pm 0,36$  балла.

После введения мобилизующей инструкции происходили также статистически существенные изменения вегетативных показателей ФС. Дальнейший анализ изменений вегетативных и психологических показателей ФС позволил установить, что у подавляющего большинства школьников введение мобилизующей инструкции вызывало выраженные ( $p < 0,05 - 0,001$ ) изменения активационных процессов. В этих условиях наблюдалось статистически значимое увеличение SI,

АМо, ЧСС, СД, ДД, САД, ДП, ИМ, ВИК, ИФИ и уменьшение – RRNN, Мо, МхDMn, SDNN. Отмечалось также возрастание ситуативной тревожности по тесту Люшера до  $2,89 \pm 0,42$  балла.

Анализ показателей ФС, зарегистрированных в рассматриваемых экспериментальных ситуациях, показал, что у подавляющего большинства школьников введение мобилизующей инструкции вызвало выраженные изменения активационных процессов при высоком уровне мотивации деятельности. Можно полагать, что введение инструкции, дающей установку испытуемым на максимально быстрое и, одновременно, безошибочное выполнение задания при наличии угрозы «наказания» за допущенные ошибки, стимулирует повышенную актуализацию энергетических ресурсов организма на фоне увеличенной возбудимости структур мозга, реализующих готовность воспринимать значимую информацию и максимально быстро реагировать на нее. Имеется важный аспект проблемы, связанный с вопросом о влиянии инструкций на психофизиологические эффекты стресса. Известно, что даже малозаметные изменения инструкции на фоне сохранения неизменными всех параметров стимульного ряда могут оказывать существенное влияние на конечные результаты [8; 16].

Стрессовая реакция при мобилизационной готовности может, по-видимому, возникать на основе защитных процессов, порождаемых угрозой. Угроза рассматривается в широком контексте как состояние ожидания субъектом вредоносного, нежелательного влияния стимулов определенного вида [23, 20]. Негативные свойства стимула оцениваются по интенсивности и времени воздействия, степени неопределенности ситуации и наличия у индивида ресурсов, необходимых для преодоления такого воздействия [4; 26]. Символическое значение «вредоносного» будущего воздействия оценивается совокупностью когнитивных процессов [23; 20; 22]. Сама когнитивная оценка угрозы, связанная с анализом значения ситуации и отношением к ней, имеют сложный характер и включает не только относительно простые перцептивные функции, но и процессы памяти, способность к абстрактному мышлению, элементы прошлого опыта субъекта, его обучение и т. п. Стрессовые состояния возникают тогда, когда процесс когнитивной оценки ситуации указывает на угрозу, которую невозможно уменьшить или устранить реакциями противодействия [4].

По имеющимся данным индивидуальные особенности психофизиологической реактивности человека зависят от баланса нескольких модулирующих систем мозга. Несмотря на отсутствие консенсуса по данному вопросу большинство авторов полагают, что комбинациями вкладов этих независимо функционирующих активизирующих систем предопределяется индивидуальная склонность человека к проявлению определенных психофизиологических реакций [6; 7; 11; 17; 21]. В связи с этим различают и два типа активации, вызываемых ориентировочно-исследовательским и защитным поведением. Между этими формами поведения существуют реципрокные отношения, проявляющиеся, в частности, в противоположной направленности вегетативных реакций. Первые ассоциируются с функциями информационных систем мозга, а вторые с функциями лимбической системы [7; 12; 21].

Важно еще раз подчеркнуть, что в рассматриваемой ситуации мобилизационной готовности у подавляющего большинства детей отмечаются активные пове-

денческие реакции защитного типа, характерные для психологического стресса, формирующиеся, по-видимому, на основе взаимодействия передних отделов неокортекса, гиппокампа, миндалина, гипоталамуса, ретикулярной формации ствола мозга [12]. Непосредственная регуляция защитного поведения осуществляется системой миндалина – гипоталамус – симпатическая нервная система – мозговое вещество надпочечников [7; 10; 21]. Ключевая роль в этом процессе принадлежит гипоталамусу, который, нейрогенно влияя на лимбические структуры, вызывает эмоцию тревоги и одновременно активируют эрготропную систему мозга и симпатический отдел ВНС на периферии. В этих же временных рамках может происходить осознание ситуации и принятие решения о необходимых действиях [1].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовании выявлены особенности функционального состояния школьников 15-16 лет в условиях мобилизационной готовности, определяемой инструкцией, требующей максимально быстрого и безошибочного выполнения когнитивного задания.

Изучение психофизиологической реактивности в условиях мобилизационной готовности выявило повышение уровня неспецифической активации ЦНС, возрастание напряжения корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции активного бодрствования, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела ВНС, возрастание уровня ситуативной тревожности. Подобные изменения изучаемых показателей у школьников 15-16 лет рассматриваются как проявление психической напряженности, направленной на повышенную мобилизацию адаптационных резервов организма в ситуации прагматической неопределенности, когда неизвестно сколько ресурсов потребуется для достижения полезного приспособительного результата. Можно полагать, что выявленные в ситуации мобилизационной готовности сдвиги рассматриваемых показателей функционального состояния обусловлены выраженным повышением активности модулирующей системы мозга за счёт нарастания вклада подсистемы эмоциональной активации, связанной с защитным поведением и стрессом, по сравнению с активностью подсистемы неэмоциональной активации, обеспечивающей энергетическую составляющую деятельности. *Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 20-013-00134).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аракелов Г.Г. Стресс и его механизмы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14, Психология. – 1995. – № 4. – С. 45-54.
2. Баевский Р.М. Основные принципы измерения уровня здоровья / Проблемы адаптации и учение о здоровье. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – С. 119-165.
3. Боднар Э.Л., Зараковский Г.М., Чайнова Л.Д. Мотивация как фактор формирования функционального состояния напряженности оператора // Физиология человека. – 1999. – Т. 25, № 3. – С. 71-78.

4. Бодров В.А. Психологический стресс: развитие и преодоление. – М.: ПЭР СЭ, 2006. – 528 с.
5. Вегетативная дисфункция у детей и подростков / И.Л. Алимova [и др.]; под ред. Л.В. Козловой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 96 с.
6. Грей Дж. Сила нервной системы, интроверсия – экстраверсия, условные рефлекс и реакция активации // Вопросы психологии. – 1968. – № 3. – С. 77-89.
7. Данилова Н.Н. Психофизиология. – М.: Аспект Пресс, 2012. – 324 с.
8. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. – СПб: Изд-во «Питер», 2000. – 512 с.
9. Илюхина В.А. Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека. – СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. – 368 с.
10. Лафренье П. Эмоциональное развитие детей и подростков. – СПб.: Прайм -ЕВРОЗНАК, 2004. – 256 с.
11. Мачинская Р. И. Управляющие системы мозга // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П.Павлова. – 2015. – 65(1): 33-60.
12. Симонов П.В. Мотивированный мозг. – М.: Наука, 1987. – 238 с.
13. Собчик Л.Н. Метод цветowych выборов – модификация цветowego теста Люшера. – СПб.: Речь, 2006. – 128 с.
14. Спивак Е.М., Нежкина Н.Н. Синдром вегетативной дистонии у детей. – Ярославль: Александр Рутман, 2009. – 220 с.
15. Стресс и тревога в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 287 с.
16. Франкенхойзер М. Некоторые аспекты исследований в физиологической психологии // Эмоциональный стресс / под ред. Л. Леви; пер. с англ. – Л., 1970. – С. 24-35.
17. Хомская Е.Д. Нейропсихология. – СПб.: Питер, 2005. – 496 с.
18. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
19. Boyce W.T. Differential Susceptibility of the Developing Brain to Contextual Adversity and Stress. *Neuropsychopharmacology*. 2016. 41(1):142–162. DOI:10.1038/npp.2015.294
20. Everly G., Latin J. A. *Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response*. Springer Publ., 2013. 486 p.
21. Henry J.P. Neuroendocrine patterns of emotional response// *Biological foundations of emotion*/ Eds. R. Plutchik. H. Kellerman. 1986. – Vol. 3(1) – pp. 37-60.
22. Johnson, A. E., Perry, N. B., Hostinar, C. E., & Gunnar, M. R. Cognitive–affective strategies and cortisol stress reactivity in children and adolescents: Normative development and effects of early life stress. *Developmental Psychobiology*, 2019, 61(7), 999–1013.  
URL: <https://doi.org/10.1002/dev.21849>
23. Lazarus R.S. Progress on a cognitive motivational-relational theory of emotion // *American Psychologist*. – 1991. – Vol. 46. – p. 819-837.
24. Obradović J., Bush N.R., Stamperdahl J., Adler N.E., Boyce W.T. Biological sensitivity to context: the interactive effects of stress reactivity and family adversity on socioemotional behavior and school readiness // *Child Dev*. 2010. 81(1): 270-289.
25. Quas J.A., Yim I.S., Oberlander T.F., Nordstokke D., Essex M.J., Armstrong J.M., Bush N., Obradović J., Boyce W.T. The symphonic structure of childhood stress

reactivity: patterns of sympathetic, parasympathetic, and adrenocortical responses to psychological challenge. *Dev Psychopathol.* 2014. 26(4): 963-982.

26. Roos L.E., Beauchamp K.G., Giuliano R., Zalewski M., Kim H.K., Fisher P.A. Children's biological responsivity to acute stress predicts concurrent cognitive performance. *Stress*, 2018, vol. 21 (4), pp. 347-354.

URL: <https://doi.org/10.1080/10253890.2018.1458087>

27. Rozenman M., Sturm A., McCracken J.T., Piacentini J. Autonomic arousal in anxious and typically developing youth during a stressor involving error feedback // *Eur Child Adolesc Psychiatry.* 2017. 26(12):1423-1432.

DOI: 10.1007/s00787-017-1001-3

28. Shapiro D., Jamner L.D., Lane J.D., Light K.C., Myrtek M., Sawada Y., Steptoe A. Blood pressure publication guidelines. Society for Psychophysical Research *Psychophysiology.* 1996. 33(1): 1–12.

29. Winiarski D.A., Engel M.L., Karnik N.S., Brennan P.A. Early Life Stress and Childhood Aggression: Mediating and Moderating Effects of Child Callousness and Stress Reactivity. *Child Psychiatry Hum Dev.* – 2018. – 49(5):730-739.

DOI: 10.1007/s10578-018-0785-9.

## REFERENCES

1. Arakelov G.G. Stress i ego mekhanizmy // *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 14, Psihologiya.* – 1995. – № 4. – S. 45-54.

2. Baevskij R.M. Osnovnye principy izmereniya urovnya zdorov'ya / *Problemy adaptacii i uchenie o zdorov'e.* – M.: Izd-vo RUDN, 2006. – S. 119-165.

3. Bodnar E.L., Zarakovskij G.M., CHajnova L.D. Motivaciya kak faktor formirovaniya funkcional'nogo sostoyaniya napryazhennosti operatora // *Fiziologiya cheloveka.* – 1999. – T. 25, № 3. – S. 71-78.

4. Bodrov V.A. Psihologicheskij stress: razvitie i preodolenie. – M.: PER SE, 2006. – 528 s.

5. Vegetativnaya disfunkciya u detej i podrostkov / I.L. Alimova [i dr.]; pod red. L.V. Kozlovoj. – M.: GEOTAR-Media, 2008. – 96 c.

6. Grej Dzh. Sila nervnoj sistemy, introversiya -ekstraversiya, uslovnye refleksy i reakciya aktivacii // *Voprosy psihologii.* – 1968. – № 3. – S. 77-89.

7. Danilova N.N. Psihofiziologiya. – M.: Aspekt Press, 2012. – 324 s.

8. Il'in E.P. Motivaciya i motivy. – SPb: Izd-vo «Piter», 2000. – 512 s.

9. Ilyuhina V.A. Psihofiziologiya funkcional'nyh sostoyanij i poznavatel'noj deyatel'nosti zdorovogo i bol'nogo cheloveka. – SPb.: Izd-vo N-L, 2010. – 368 s.

10. Lafren'e P. Emocional'noe razvitie detej i podrostkov. – SPb.: Prajm - EVROZNAK, 2004. – 256 s.

11. Machinskaya R. I. Upravlyayushchie sistemy mozga // *ZHurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti im. I.P. Pavlova.* – 2015. – 65(1). – S. 33-60.

12. Simonov P.V. Motivirovannyj mozg. – M.: Nauka, 1987. – 238 s.

13. Sobchik L.N. Metod cvetovyh vyborov - modifikaciya cvetovogo testa Lyushera. – SPb.: Rech', 2006. – 128 s.

14. Spivak E.M., Nezhkina N.N. Sindrom vegetativnoj distonii u detej. – YArslavl': Aleksandr Rutman, 2009. – 220 s.

15. Stress i trevoga v sporte. – M.: Fizkul'tura i sport, 1983. – 287 s.
16. Frankenhofzer M. Nekotorye aspekty issledovanij v fiziologicheskoj psihologii // Emocional'nyj stress / pod red. L. Levi; per. s angl. – L., 1970. – S. 24-35.
17. Homskaya E.D. Nejropsihologiya. – SPb.: Piter, 2005. – 496 s.
18. SHlyk N.I. Serdechnyj ritm i tip reguljacii u detej, podrostkov i sportsmenov. – Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskij universitet», 2009. – 259 s.

# АЛГОРИТМ ЭТАПНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ДЕВОЧЕК–ПОДРОСТКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Г.А. Зайцева\*, И.И. Криволапчук<sup>1\*\*</sup>

\*Национальный исследовательский технологический  
университет "МИСиС", Москва

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

*На основе анализа данных о факторной и логической информативности отдельных педагогических, физиологических, психологических и поведенческих показателей обоснован комплекс тестов, пригодный для этапного управления функциональным состоянием (ФС) школьниц 11-12 лет. В него вошли информативные показатели вегетативной регуляции физиологических функций, физической работоспособности и двигательной подготовленности, гемодинамического обеспечения и эффективности когнитивной деятельности, неспецифической устойчивости организма. С учетом полученных результатов разработан алгоритм долгосрочного управления ФС девочек-подростков средствами физического воспитания.*

**Ключевые слова:** функциональное состояние, факторы, этапное управление, алгоритм, физическая подготовка.

**Algorithm of step-by-step control of the functional state of adolescent girls in the process of learning.** *Based on the analysis of data of the factorial and logical informativeness of individual pedagogical, physiological, psychological, and behavioral indicators, there was justified a set of tests suitable for the step-by-step management of the functional state (FS) of 11-12-year-old schoolgirls. It included indicators of autonomic regulation of physiological functions, physical performance and motor fitness, hemodynamic support and efficiency of cognitive activity, nonspecific stability of the body. Taking into account the results, an algorithm for long-term management of the FS of adolescent girls by means of physical education has been developed.*

**Key words:** functional state, factors, step-by-step control, algorithm, physical training.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-71-80**

Проблема управления функциональным состоянием (ФС) школьников средствами физического воспитания в настоящее время приобретает особую актуальность [2; 7; 14; 15]. Роль физической подготовки как фактора оптимизации ФС детей, учебная деятельность которых проходит в условиях психической напряженности, умственного утомления, выраженной гипокинезии, высокой информационной и статической нагрузки, особенно важна в критический период онтогенеза, связанный с процессом полового созревания. Однако, несмотря на имеющиеся данные, вопросы направленного применения средств физического воспитания на этом этапе развития для управления ФС школьников остаются открытыми. В

---

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



частности, существует недостаток информации о валидности различных показателей ФС, используемых в качестве средств этапного контроля.

Цель исследования – обосновать комплекс тестов и показателей этапного контроля и управления ФС девочек–подростков 11-12 лет в современных условиях обучения средствами направленной физической подготовки.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

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

Для описания физической работоспособности использовали комплекс тестов и показателей: максимальное потребление кислорода (МПК) по Добельну; величину мощности нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC170); ватт-пульс (ВтП); индекс интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД); максимальную силу (МС); время (t1, t2) выполнения «до отказа» нагрузок большой (2 Вт/кг) и субмаксимальной (4 Вт/кг) мощности [12]. С помощью уравнения Мюллера рассчитывали значения мощности нагрузок, время выполнения которых составляло 1 (W1), 40 (W40), 240 (W240), 900 с (W900), коэффициенты, отражающие емкость аэробного (b) и соотношение возможностей аэробного и анаэробно-гликолитического источников (a) [12].

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

Использовали вариационный анализ сердечного ритма. В состоянии покоя и при тестовых нагрузках записывали сердечный ритм и определяли частоту пульса (ЧП), среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), моду (Mo), амплитуду моды (AMo), вариационный размах кардиоинтервалов (MxDMn), среднеквадратическое отклонение (SDNN), стресс-индекс (SI) [16].

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

Показатели длины и массы тела измеряли с помощью стандартных ростомера и весов. Полученные данные использовали для расчета индекса массы тела (ИМТ).

На основе анализа записей в индивидуальных медицинских картах оценивали острую заболеваемость [13] и определяли количество заболеваний (КЗ); количество дней временной нетрудоспособности по болезни (ДВН); показатель средней продолжительности одного случая заболеваемости (ПЗ).

Обследование осуществлялось в состоянии покоя и при двух тестовых умственных нагрузках: 1) автотемп; 2) максимальный темп при наличии «угрозы наказания» [6]. Определяли показатели скорости (количество просмотренных знаков – А) и точности работы (количество ошибок, ошибок на дифференцировку, коэффициент продуктивности – Q) [Антропова, 1984]. Умственная работоспособность диагностировалась также до (Адо, Qдо) и после (Апосле, Qпосле) уроков

[1]. Оценивали эффективность и психофизиологическую цену деятельности: Q/ЧСС, A/ЧСС, A/SI, Q/SI, Q/ДП, A/ДП [8]. Для оценки психологических аспектов ФС использовали шкалы «Самочувствие», «Активность», «Настроение» теста САН [5].

Полученный фактический материал обработан общепринятыми методами статистического анализа. Для выявления валидных показателей этапного управления использовали данные факторного анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Факторная структура ФС девочек-подростков 11-12 лет включает (табл. 1) шесть относительно независимых факторов: симпатическая регуляция физиологических функций; парасимпатическая регуляция физиологических функций; физическая работоспособность и двигательная подготовленность; гемодинамическое обеспечение деятельности; эффективность умственной деятельности и эмоциональное состояние; неспецифическая устойчивость организма. Сходная структура ФС детей разного возраста выявлена и в других исследованиях [9; 10].

На этой основе для реализации задачи этапного управления ФС девочек-подростков в условиях образовательного учреждения, из числа показателей, отобранных в результате факторного анализа, был сформирован диагностический комплекс, включающий наиболее валидные переменные, относящиеся к разным факторам (табл. 1). В него вошли показатели, имеющие наиболее сильную статистическую взаимосвязь с выделенными факторами, характеризующие физиологические, поведенческие и психологические аспекты ФС.

Для выявления наиболее валидных параметров пригодных для этапного управления ФС девочек 11-12 лет был организован опрос учителей физической культуры, преподавателей вузов и научных работников соответствующего профиля, а также школьных психологов, социальных педагогов и классных руководителей. Было опрошено 36 респондентов.

На этой основе сформирован комплекс тестов, позволяющий проводить этапный контроль ФС школьников 11-12 лет. Для реализации задач этапного контроля и управления предпочтение отдавалось добротным тестам и показателям, мало зависящим от «срочных» колебаний ФС занимающихся и являющихся при этом «сквозными». К наиболее информативным показателям этапного контроля ФС были отнесены (см. табл. 1):

- по факторам вегетативной регуляции физиологических функций ЧСС, MxDMn и SI, зарегистрированные в состоянии относительного покоя;

- по фактору физической работоспособности и двигательной подготовленности - большинство из используемых показателей аэробных и анаэробных возможностей организма, выносливости и скоростно-силовой подготовленности. Для контроля физической работоспособности целесообразно использовать тесты на удержание «до отказа» нагрузок 2 Вт/кг и 4 Вт/кг, PWC<sub>170</sub>, ИНПД<sub>2Вт/кг</sub>, W<sub>240</sub>. Для всесторонней оценки двигательной подготовленности - бег 6 мин, поднимание туловища, бег 20 м, челночный бег, прыжок в длину с места, наклон вперед, общую оценку физической подготовленности;

Таблица 1

Комплекс наиболее информативных показателей этапного контроля, пригодных для управления ФС девочек 11-12 лет

Фактор	Показатель	Факторная информативность показателей этапного контроля ФС		
		г	уровень	этапное
Симпатическая регуляция ФС	Амо <sub>1</sub> , %	0,91	высокий	+
	ЧСС <sub>1</sub> уд/мин	0,81	высокий	+
	ЧСС <sub>2</sub> уд/мин	0,80	высокий	+
	ЧСС <sub>0</sub> уд/мин	0,79	высокий	+++
	SI <sub>1</sub> , отн.ед.	0,79	высокий	+
	SI <sub>2</sub> , отн.ед.	0,78	высокий	+
Парасимпатическая регуляция ФС	SI <sub>0</sub> , отн.ед.	0,69	высокий	+++
	MxDMP <sub>0</sub> , мс	0,88	высокий	+++
	MxDMP <sub>1</sub> , мс	0,86	высокий	+
	Mo <sub>1</sub> , с	0,84	высокий	+
	RRNN <sub>0</sub> , мс	0,84	высокий	+
	SDNN <sub>0</sub> , мс	0,78	высокий	+
Физическая работоспособность и двигательная подготовленность	MxDMP <sub>1</sub> , мс	0,75	высокий	+
	W <sub>240</sub> , Вт/кг	0,93	высокий	+++
	t <sub>5Вт/кг</sub> , с	0,87	высокий	+++
	ИНПД <sub>2Вт/кг</sub> , уд/с	-0,81	высокий	+++
	t <sub>3Вт/кг</sub> , с	0,74	высокий	+++
	PWC <sub>170</sub> , кгм/мин*кг	0,72	высокий	+++
	ОФП, балл	0,72	высокий	+++
	Бег 6 мин, м	0,89	высокий	+++
	Поднимание туловища, раз	0,82	высокий	+++
	Прыжок, см	0,81	высокий	+++
	Бег 20 м, с	0,77	высокий	+++
	Наклон, см	0,74	высокий	++
Гемодинамическое обеспечение деятельности	Челн. бег, с	0,65	высокий	++
	САД <sub>1</sub> , мм.рт.ст	-0,82	высокий	+
	САД <sub>0</sub> , мм.рт.ст	-0,81	высокий	+++
	ДД <sub>0</sub> , мм.рт.ст	-0,73	высокий	+++
	СД <sub>2</sub> , мм.рт.ст	-0,73	высокий	+
	САД <sub>2</sub> , мм.рт.ст	-0,71	высокий	+
Эффективность когнитивной деятельности и эмоциональное состояние	СД <sub>0</sub> , мм.рт.ст	-0,71	высокий	+++
	Q <sub>1</sub> , отн.ед.	0,78	высокий	+++
	Q <sub>1</sub> /SI <sub>1</sub>	0,77	высокий	+
	Q <sub>2</sub> /ДП <sub>2</sub>	0,75	высокий	+
	A <sub>1</sub> , знаков	0,74	высокий	+++
	Настроение	0,72	высокий	+
Неспецифическая устойчивость организма	A <sub>2</sub> /ДП <sub>2</sub>	0,70	высокий	+
	Число дней болезни	0,91	высокий	+++
	Количество заболеваний	0,87	высокий	+++

*Примечание: Индексы  $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2$  – показатели ФС в покое, при информационной нагрузке в авто- и максимальном темпе, соответственно*

*– по фактору гемодинамического обеспечения деятельности – величины СД, ДД, САД в состоянии покоя;*

*– по фактору эффективности когнитивной деятельности – А и Q при работе с комфортной скоростью;*

*– по фактору неспецифической устойчивости организма – число дней болезни и количество острых заболеваний.*

Указанные выше тесты и показатели были включены в комплекс информативных средств этапного контроля и управления ФС девочек-подростков 11-12 лет. В таблице 1 данные показатели отмечены тремя знаками «+».

Апробация сформированного комплекса показателей этапного контроля и управления ФС проводилась на основе анализа зависимости между приростами результатов выполнения тестов и частными объемами нагрузок разной направленности и интенсивности. После завершения этапа физической подготовки достигнутый функциональный эффект сравнивался с запланированным. Для этого частные объемы применяемых физических нагрузок и их метаболическая направленность сопоставлялись с параметрами кумулятивного функционального эффекта занятий по физическому воспитанию.

Было установлено, что улучшение ФС девочек-подростков в процессе обучения, во многом, связано с величиной частного объема аэробных нагрузок средней (50-60 % максимального пульсового резерва – МПР) и, особенно, высокой интенсивности (70-80 % МПР).

В таблице 2 описаны самые общие основы этапного управления ФС девочек 11-12 лет в процессе физической подготовки в школе. Объектом этапного управления, предусматривающего достижение заданных характеристик ФС в процессе обучения средствами физического воспитания, являлись долговременные изменения ФС (кумулятивные эффекты) под влиянием систематических занятий физическими упражнениями.

На основе полученных данных и результатов, представленных в других работах, предложен алгоритм этапного управления ФС девочек-подростков в процессе обучения, включающий:

– сбор информации о долговременных изменениях показателей вегетативной регуляции физиологических функций, физической работоспособности и двигательной подготовленности, гемодинамического обеспечения и эффективности когнитивной деятельности, эмоционального состояния, неспецифической устойчивости организма, с одной стороны, и условиях обучения, с другой;

– анализ зависимости между приростами результатов выполнения тестов и частными объемами нагрузок разной направленности и интенсивности, обобщение полученной информации;

– анализ взаимодействия срочных, отставленных и кумулятивных функциональных эффектов применяемых нагрузок с учетом индивидуально-типологических особенностей школьниц;

– принятие решений о внесении изменений в стратегию и тактику физической подготовки в ходе этапного управления ФС школьниц, уточнение документов

планирования (планов уроков, поурочного плана на четверть, годового плана-графика);

– реализация скорректированных программ и планов физической подготовки, контроль ФС школьниц;

– этапное управление ходом реализации программ и планов, внесение необходимых изменений в годовой план-график, четвертной поурочный план, конспекты уроков, уточнение их содержания, контроль изменений разных аспектов ФС, осуществление корректирующих воздействий.

Таблица 2

*Общие основы этапного управления ФС девочек 11-12 лет в процессе физической подготовки в школе*

Этапное управление	Процесс физической подготовки	Функциональное состояние
Этапное управление на основе учета изменений педагогических, медико-биологических и психологических показателей функционального состояния в динамике учебного года	Планирование и анализ динамики суммарной величины физической нагрузки в течение учебного года и определение рационального соотношения её параметров. Контроль и коррекция параметров физической нагрузки на данном этапе физической подготовки.	Оценка долговременной динамики наиболее информативных показателей вегетативной регуляции физиологических функций, физической работоспособности и двигательной подготовленности, гемодинамического обеспечения и эффективности когнитивной деятельности, эмоционального состояния, неспецифической устойчивости организма после окончания этапа физической подготовки. Анализ зависимости между приростами результатов выполнения тестов и частными объемами нагрузок разной направленности и интенсивности. Коррекция этапного ФС.

Обобщение результатов исследования и имеющихся научных данных [2; 3; 4; 11; 14; 17] позволило установить, что технология этапного управления ходом процесса физической подготовки сводится, прежде всего, к оценке динамики ФС занимающихся, тщательному контролю выполненной нагрузки и анализу взаимосвязи между ними. При этом необходимо выбирать: наиболее существенные и информативные характеристики для объективной оценки ФС занимающихся; осуществлять контроль за ходом физической подготовки в форме регулярных наблюдений за динамикой наиболее информативных показателей; управлять ФС на основе систематического сличения реальных и заданных его характеристик; принимать решения, связанные с коррекцией программы занятий и изменениями параметров физической нагрузки при значимом расхождении полученных и ожидаемых результатов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа данных о факторной и логической информативности отдельных педагогических, физиологических, психологических и поведенческих показателей обоснован комплекс тестов, пригодный для этапного управления функциональным состоянием школьников 11-12 лет. Данный комплекс включает валидные показатели вегетативной регуляции физиологических функций, физической работоспособности и двигательной подготовленности, гемодинамического обеспечения и эффективности когнитивной деятельности, неспецифической устойчивости организма. Апробация комплекса средств этапного контроля показала, что улучшение функционального состояния девочек-подростков в процессе обучения, во многом, связано с величиной частного объема аэробных нагрузок средней и высокой интенсивности.

С учетом полученных результатов разработан обобщенный алгоритм длительного управления функциональным состоянием девочек-подростков средствами физического воспитания. Этот алгоритм может быть использован для этапного управления функциональным состоянием организма школьников в процессе обучения. Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 18-013-00649а).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропова М.В. Методические рекомендации по физиолого-гигиеническому изучению учебной нагрузки. – М.: Изд-во АПН СССР, 1984. – 67 с.
2. Баранцев С.А., Чернова М.Б., Герасимов М.М., Мышьяков В.В., Савушкина Е.В. Комплекс показателей педагогического контроля функционального состояния подростков 13-14 лет // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта». – 2019. – №. 8. – С. 27-34.
3. Верхошанский Ю.В. Тренировочный процесс как объект управления // Программирование и организация тренировочного процесса. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – С. 14-26.
4. Годик М.А. Спортивная метрология. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 156 с.
5. Елисеев, О.П. Конструктивная типология и психодиагностика личности / О.П. Елисеев. – Псков: Изд-во Псковского областного института усовершенствования учителей, 1994. – 280 с.
6. Криволапчук И. А., Чернова М. Б. Функциональное состояние детей старшего дошкольного возраста и первоклассников при выполнении информационной нагрузки различной степени напряженности // Экология человека. – 2020. – № 3. – С. 31-40.
7. Криволапчук И.А., Герасимова А.А. Физические упражнения различной направленности и функциональное состояние школьников при когнитивных нагрузках: перекрестные эффекты долговременной адаптации // Новые исследования. – 2016. – № 4. – С. 74-81.
8. Криволапчук И.А., Сухецкий В.К. Психофизиологическая характеристика функционального состояния подростков на разных стадиях полового созревания в

условиях информационной нагрузки // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 13-25.

9. Криволапчук И. А., Чернова М. Б. Факторная структура функционального состояния мальчиков 13-14 лет // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, № 2. – С. 43-55.

10. Криволапчук И. А., Чернова М. Б. Особенности факторной структуры функционального состояния детей 9-10 лет // Физиология человека. – 2019. – Том 45, № 1. – С. 37-48.

11. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте: Общая теория и ее практические приложения. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.

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

13. Сухарев А.Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков. – М.: Медицина, 1991. – 272 с.

14. Чернова М.Б., Баранцев С.А., Герасимов М.М., Савушкина Е.В., Мышьяков В.В. Комплекс показателей педагогического контроля функционального состояния школьников 11-12 лет // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта». – 2018. – № 7 (161). – С. 272-276.

15. Чернова М.Б., Баранцев С.А., Герасимов М.М., Савушкина Е.В. Информативные показатели общей физической работоспособности в структуре функционального состояния школьников 9-14 лет // Новые исследования. – 2019. – № 2-4(58). – С. 87-92.

16. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.

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

## REFERENCES

1. Antropova M.V. Metodicheskie rekomendacii po fiziologo-gigienicheskomu izucheniyu uchebnoj nagruzki [Guidelines for the physiological and hygienic study of the workload]. – М., APN SSSR, 1984. – 67 s.

2. Barancev S.A., Chernova M.B., Gerasimov M.M., Mysh'yakov V.V., Savushkina E.V. Kompleks pokazatelej pedagogicheskogo kontrolya funkcional'nogo sostoyaniya podrostkov 13-14 let [The complex of indicators of pedagogical control of the functional state of 13-14 years old adolescents]. // Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta». – 2019. – №. 8. – P. 27-34.

3. Verhoshanskij YU.V. Trenirovochnyj process kak ob"ekt upravleniya Programmirovaniya i organizaciya trenirovochnogo processa [The training process as an object of control. Programming and organization of the training process.]. – М., Fizkul'tura i sport, 1985. – S. 14-26.

4. Godik M.A. Sportivnaya metrologiya [Sports metrology]. – М., Fizkul'tura i sport, 1987. – 156 s.

5. Eliseev O.P. Konstruktivnaya tipologiya i psihodiagnostika lichnosti [Constructive typology and psychodiagnostics of personality]. – Pskov: Izd-vo Pskovskogo oblastnogo instituta usovershenstvovaniya uchitelej, 1994. – 280 s.

6. Krivolapchuk I. A., Chernova M. B. Funkcional'noe sostoyanie detej starshego doskol'nogo vozrasta i pervoklassnikov pri vypolnenii informacionnoj nagruzki razlichnoj stepeni napryazhennosti [Functional state of senior preschool children and first graders when performing information load of varying degrees of tension]. // *Ekologiya cheloveka*. – 2020. – № 3. – S. 31-40.

7. Krivolapchuk I.A., Gerasimova A.A. Fizicheskie uprazhneniya razlichnoj napravlenosti i funkcional'noe sostoyanie shkol'nikov pri kognitivnyh nagruzkah: perekrestnye efekty dolgovremennoj adaptacii [Physical exercises of various orientations and the functional state of schoolchildren during cognitive loads: cross effects of long-term adaptation] // *Novye issledovaniya*. – 2016. – №4. – S. 74-81.

8. Krivolapchuk I.A., Suheckij V.K. Psihofiziologicheskaya harakteristika funkcional'nogo sostoyaniya podrostkov na raznyh stadiyah polovogo sozrevaniya v usloviyah informacionnoj nagruzki [Psychophysiological characteristics of the functional state of adolescents at different stages of puberty under conditions of information load]. // *Fiziologiya cheloveka*. – 2005. – Vol. 31, № 6. – S. 13-25.

9. Krivolapchuk I. A., Chernova M. B. Faktornaya struktura funkcional'nogo sostoyaniya mal'chikov 13-14 let [The factor structure of the functional state of boys 13-14 years old]. // *Fiziologiya cheloveka*. – 2017. – T. 43, № 2. – S. 43-55.

10. Krivolapchuk I. A., Chernova M. B. Osobennosti faktornoj struktury funkcional'nogo sostoyaniya detej 9-10 let [Features of the factor structure of the functional state of children aged 9-10 years]. // *Fiziologiya cheloveka*. – 2019. – tom 45, № 1. – S. 37-48.

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

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

13. Suharev A.G. Zdorov'e i fizicheskoe vospitanie detej i podrostkov [Health and physical education of children and adolescents.]. – M.: Medicina, 1991. – 272 s.

14. Chernova M.B., Barancev S.A., Gerasimov M.M., Savushkina E.V., Mysh'jakov V.V. Kompleks pokazatelej pedagogicheskogo kontrolya funkcional'nogo sostoyaniya shkol'nikov 11-12 let [The complex of indicators of pedagogical control of the functional state of schoolchildren of 11-12 years old]. *Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta»*. – 2018. – №. 7 (161). – S. 272–276.

15. Chernova M.B., Barancev S.A., Gerasimov M.M., Savushkina E.V. Informativnye pokazateli obshchej fizicheskoj rabotosposobnosti v strukture funkcional'nogo sostoyaniya shkol'nikov 9-14 let [Informative indicators of general physical performance in the structure of the functional state of schoolchildren of 9-14 years old]. // *Novye issledovaniya*. – 2019. – № 2-4(58). – S. 87-92.



16. Shlyk N.I. Serdechnyj ritm i tip reguljacii u detej, podrostkov i sportsmenov [Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes]. – Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskij universitet», 2009. – 259 s.

17. Zaporozhanov VA, Borachinski T. Empiric reliability of diagnostic and prognostic assessments of physical condition of children, practicing spors // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sport. – 2012. – vol. 11. – S. 38-42.

# ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

## ОСОБЕННОСТИ УЧЕБНОЙ, ВНЕУЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ И РЕЖИМА ДНЯ УЧАЩИХСЯ ПЯТЫХ КЛАССОВ МОСКОВСКОЙ ШКОЛЫ

Л.В. Макарова<sup>1</sup>, Г.Н. Лукьянец,  
Т.М. Параничева, М.С. Шибалова  
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

*Изучение общей и учебной нагрузки учащихся, степени отклонений в организации режима дня от физиолого-гигиенических возрастных нормативов осуществлялось методикой программного опроса с помощью специальных недельных хронометражных листов, которые заполнялись учениками.*

*Аудиторная нагрузка соответствовала гигиеническим требованиям. Суммарная учебная нагрузка в учебные дни, включая выполнение домашних заданий и индивидуальные учебные занятия, составляла около 8 часов. В выходные дни пятиклассники имели небольшую долю учебной нагрузки, или она вовсе отсутствовала. У значительного процента школьников пятых классов выявлено сокращение продолжительности ночного сна, недостаточное пребывание на свежем воздухе, низкая двигательная активность, значительная продолжительность просмотра телепередач и занятий на компьютере, особенно в выходные дни.*

*Организация режима суточной деятельности школьника требует корректировки в соответствии с гигиеническими принципами, особенно в плане более рационального построения режима дополнительных учебных и других занятий, а также увеличения двигательной активности, продолжительности ночного сна и пребывания на открытом воздухе.*

**Ключевые слова:** школьники, учебная нагрузка, режим дня.

***Studying school and extra-curricular study load, and day schedule of students of the fifth grades of a moscow school. The study of general and academic load of students, deviations in day schedule from a physiological and hygienic age norms was carried out by the method of program survey with special weekly timesheets, which were filled in by the students.***

*The classroom load corresponded to the hygienic norms. The total study load during the school days, including homework and individual classes, was about 8 hours. At the weekend, fifth graders had a smaller study load, or none at all. A significant percentage of fifth grade students showed reduction in the duration of night sleep, insufficient time spent outdoors, low motor activity, long time in front of TV or computer, especially at the weekend.*

*The organization of daily activities of children requires adjustments in accordance with hygienic principles, especially in terms of better organization of extracurricular school and other activities, higher physical activity, the duration of night sleep, and time spent outdoors.*

---

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

**Key words:** *schoolchildren, study load, day schedule.*

**DOI:**10.46742/2072-8840-2020-63-3-81-92

Одной из проблем, вызывающих беспокойство на государственном, семейном и личном уровне являются отрицательные тенденции в динамике состояния здоровья подрастающего поколения. При разработке профилактических мер, при изучении особенностей формирования здоровья нельзя обойти и такие вопросы, как поведение ребенка в течение дня, суточное распределение времени на разные виды деятельности, на отдых и на учебные занятия. Рациональный режим учебного дня – это основа, на котором держится процесс обучения и процесс восстановления физических и умственных сил школьника. Установлено, что с ростом объема учебной нагрузки, превышающего функциональные возможности детей для его усвоения, растет неблагоприятное воздействие на организм школьника: повышается уровень невротизации, происходит разбалансировка вегетативных механизмов регуляции, происходит снижение работоспособности, прогрессирует утомляемость, что в конечном итоге ведет к расстройству соматического и нервно-психического здоровья. Формируются так называемые школьно-обусловленные нарушения и заболевания учащихся (органов зрения, опорно-двигательной системы, органов пищеварения, психосоматические расстройства) [4; 5].

Больше того, с увеличением возраста школьника хроническая патология нарастает. Как свидетельствуют данные многих авторов, самый высокий уровень нарушений функционального состояния и заболеваний приходится на опорно-двигательную систему. Уже в первом классе они составляют 21-52,9 % , а к десятому классу их число увеличивается до 94,1 % . Болезни сердечно-сосудистой системы и нарушения ее функций находятся на втором ранжированном месте и, если в первом классе наблюдаются в 5,8 % случаев, то к десятому классу число их доходит до 14,7 % случаев [2; 3; 6; 7]. Что касается функциональных отклонений в состоянии сердечно-сосудистой системы, то на примере гимназистов было показано, что с ростом объема, интенсивности преподавания сложных заданий в конце учебного года в два раза возрастает частота гипертонических реакций у учащихся и общее число неблагоприятных изменений артериального давления достигает 90,0 % , а повышенной невротизации 55,0-83,0 % [1]. Также прогрессирует распространенность нарушений зрения. И именно в 5-7-х классах темп прироста этого показателя наиболее высокий – по 8-11 % в год.

Отсюда следует, что выбор учебных заведений, программ, дополнительных учебных занятий должен быть ориентирован в первую очередь на морфо-функциональные возможности конкретного ребенка и способствовать к проявлению у него положительной мотивации к обучению. Многое в этом отношении зависит и от организации учебного процесса, уровня двигательной активности, соответствия методик обучения возрастным и индивидуальным особенностям школьников.

Вместе с тем в настоящее время в обществе наличествуют такие факторы, которые сходны для детей и города, и села, для учащихся разных регионов и для обучающихся по разным программам. К ним можно отнести экологические нагрузки, напряженный ритм жизни, информационные, нервно-психические перегрузки, которые обширно внедрились в повседневную жизнь современного

школьника. Все это приводит к тому, что, как выявляется некоторыми исследователями, старшеклассники независимо от программы, по которой они обучаются, имеют сходную структуру распределения суточного времени, а именно: много времени уделяют просмотру телепередач, работе за компьютером и мало – помощи по дому при недостаточной продолжительности ночного сна [11].

Сейчас в учебные заведения внедряются новые программы и новые стандарты к организации школьного обучения, учитывающие ряд выше перечисленных недостатков и предусматривающих оздоровляющие технологии. Вместе с этим, следует добавить, что, несмотря на положительные нововведения, исследователями иногда отмечаются такие нарушения режима дня, как сокращение времени пребывания на свежем воздухе, занятий по интересам (кружки, спортивные секции, занятия по интересам в клубах и дома), помощи по дому в семье. Известно, что эти режимные моменты наиболее тесно связаны с восстановлением работоспособности, они благоприятно сказываются на физическом развитии детей и формировании полноценной личности. В связи с этим отслеживание режима дня школьника и формирование гигиенически рациональных его форм является одним из тех существенных двигателей, который со значительной долей вероятности может приблизить поведение школьника к здоровому образу жизни.

Задачей данной работы было изучить объем учебной и внеучебной умственной нагрузки и режим дня учащихся пятых классов московских школ.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В исследовании приняло участие 188 учащихся 5-х классов (11 лет) трех московских школ, из них 106 мальчиков и 82 девочки. Исследование общей и учебной нагрузки учащихся, степени отклонений в организации режима дня от физиолого-гигиенических возрастных нормативов осуществлялось методикой программного опроса с помощью специальных недельных хронометражных листов, которые заполнялись учениками. Полученные данные по режиму дня подвергнуты вариационно-статистической обработке с использованием программы SPSS Statistics 13.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

*Организация учебных занятий.* Учебные занятия в школе регламентируются учебным планом. Учебная неделя предусматривает 5-дневную продолжительность. Все классы обучаются в первую смену. Аудиторная учебная нагрузка (29 уроков) соответствует требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях". Учебные занятия для учащихся начинаются с 8 ч 30 мин. утра и заканчиваются в 13 ч 15 мин. (5 уроков) или в 14 ч. 15 мин. (6 уроков). Количество занятий колеблется в зависимости от дня недели и класса. В один из дней бывает 5 уроков (пятница или среда) и 4 дня по 6 уроков в день. В режиме уроков предусмотрены перемены по 15 минут.

*Дополнительные индивидуальные занятия* проводились во второй половине дня. Расписание данных видов учебной деятельности было индивидуальным.

Длительность занятий колеблется от 1 до 3 часов. Количество детей, имеющих дополнительные занятия (помимо обязательных учебных) не менее одного часа в день и не менее двух раз в неделю, составляет 34,2 % . У трети детей по два дополнительных занятия, у 12,2 % детей – одно занятие, у 17,6 % – три и у 16,5 % детей – четыре дополнительных занятия (табл.1). В 21,1 % случаев они отсутствовали. Явных выраженных различий между мальчиками и девочками не выявлено.

Таблица 1

*Распределение детей с разным количеством дополнительных учебных занятий, в %*

Пол ребенка	Кол-во испытуемых	Число дней, когда есть дополнительные учебные занятия				
		0	1	2	3	4
Мальчики	106	23,6	11,3	29,2	21,7	14,2
Девочки	82	18,3	13,4	36,6	12,2	19,5
В целом	188	21,3	12,2	32,4	17,6	16,5

*Выполнение домашних учебных заданий.* Продолжительность домашних заданий в 5-х классах не должна превышать двух часов. На практике дети показали большое разнообразие в продолжительности выполнения домашних заданий: от одного до четырех и даже более часов. Однако продолжительность в 5 часов или полчаса была в редких случаях и эпизодически. При анализе этого показателя следует иметь в виду, что увеличение продолжительности домашних учебных занятий может быть связано не только с объемом заданий, но и отсутствием у школьников устойчивого навыка рациональной организации своей работы. Также и малая продолжительность выполнения домашнего задания вовсе не всегда может означать, что ребенок при их выполнении уложился в этот небольшой отрезок времени. Он мог проявить и небрежение к ним. В данном случае более показательно выявление общих тенденций.

По среднестатистическим данным, дети тратили на домашние задания в выходные дни  $1,01 \pm 0,08$  час и в будние дни  $2,11 \pm 0,09$  часа. В целом 67 % детей выдерживали норматив в учебные дни и 91 % детей – в выходные дни. Девочки отличались от мальчиков по этому показателю тем, что чаще превышали норматив выполнения домашних заданий как на 0,5-1 час, так и более чем на час. Выдерживающих норматив среди них было только 54,9 % в учебные дни и 87,8 % – в выходные дни (табл. 2). Среди мальчиков их было 76,4 % и 93,4 % соответственно, то есть, абсолютное большинство. При сравнении с нашими данными старшеклассники [8] больше тратят времени в выходные дни, чем в будние, но также девочки больше, чем мальчики.

Суммарная учебная нагрузка, включая выполнение домашних заданий, составляла около  $7,56 \pm 0,10$  часов в учебные дни, постепенно снижаясь от понедельника ( $8,86 \pm 0,11$ ) к пятнице (до  $6,64 \pm 0,14$ ). В выходной день дети затрачивали в среднем  $1,18 \pm 0,10$  часов на приготовление домашних заданий.

Таблица 2

Распределение учащихся по длительности выполнения домашних заданий (в %)

Дни недели	Длительность относительно норматива	Мальчики	Девочки	В целом
Учебные	Выдерживают норматив	76,4	54,9	67,0
	Превышение на 0,5-1 ч	10,4	25,6	17,0
	Превышение более 1 ч	13,2	19,5	16,0
Выходные	Выдерживают норматив	93,4	87,8	91,0
	Превышение на 0,5-1 ч	2,8	7,3	4,8
	Превышение более 1 ч	3,8	4,9	4,2

### Организация внеучебной деятельности учащихся пятых классов

Средняя продолжительность ночного сна в будние дни составляет  $8,40 \pm 0,08$  часов и  $9,41 \pm 0,11$  часов – в выходные. Только в 6,4 % случаев в будние дни и в 10 % случаев в выходные дни наблюдается соответствие продолжительности ночного сна физиолого-гигиеническим нормативам. Большинство детей независимо от пола недосыпают, причем недосыпают более чем на час 82,4 % детей в учебные дни и 57,4 % – в выходные (табл. 3).

Систематический недостаток ночного сна в будние дни школьники стараются компенсировать в выходные дни. Однако и в выходные дни количество недосыпающих составляет довольно высокий процент: на 0,5-1,0 час ночной сон укорочен у 32,4 % учащихся, и в 57,4 % случаев он недостаточен более чем на час. Причем в группе детей, недосыпающих более чем на час, в 23,3 % случаев продолжительность сна составляла в выходные дни 7-8 часов. В будние дни такая продолжительность сна наблюдалась у 48,9 % детей.

Таблица 3

Распределение учащихся по длительности ночного сна относительно нормы (10,5 часов для возраста 11 лет), в %

Дни недели	Длительность относительно норматива	Мальчики	Девочки	В целом
Учебные	Выдерживают норматив	5,7	7,3	6,4
	Недосыпают 0,5-1 ч	23,3	9,8	11,2
	Недосыпают более 1 ч	71	82,9	82,4
Выходные	Выдерживают норматив	10,4	9,8	10,2
	Недосыпают 0,5-1 ч	34,9	29,2	32,4
	Недосыпают более 1 ч	54,7	61,0	57,4

Общая продолжительность пребывания на воздухе должна составлять у 11-летних детей – 3 часа. На самом деле основная масса пятиклассников далека от

выполнения этого норматива в учебные дни. Его выдерживают только 19,8 % мальчиков и 8,5 % девочек (табл. 4). У части детей время на прогулки не выделялось: у 18,9 % мальчиков и у 7,3 % девочек. В выходные дни картина изменяется в лучшую сторону. Выдерживающих норматив среди мальчиков 45,3 % , среди девочек 25,6 % – также меньше, как и в будние дни, однако 13,2 % мальчиков совсем не гуляют, среди девочек таких 4,9 % . Таким образом, больше половины пятиклассников проводят на открытом воздухе недостаточное количество времени даже в выходные дни. Продолжительность прогулки у мальчиков намного больше, чем у девочек. По данным статистики средняя длительность прогулок в день в учебные дни составляет у мальчиков  $1,42 \pm 0,15$  часа, у девочек –  $1,14 \pm 0,12$  часа; в выходные дни соответственно:  $2,73 \pm 0,23$  часа и  $1,81 \pm 0,10$ . Половые различия здесь проявились с высокой степенью достоверности ( $p < 0,001$ ). В будние дни большая часть детей гуляет менее часа или вовсе не гуляет, а именно: 59,5 % мальчиков и 64,9 % девочек. В выходные дни дети гуляют в большинстве случаев более часа, многие до 2-3-х часов и более (67 % мальчиков и 69,5 % девочек).

При рассматривании распределения детей в зависимости от частоты прогулок в течение недели выявилось, что у девочек преобладающий процент ежедневных прогулок: 73,2 % против 60,4 % у мальчиков; и совсем не гуляют только 2,4 % против 9,4 % у мальчиков (табл. 5).

Таблица 4

*Распределение учащихся по длительности прогулок относительно норматива, число случаев в %*

Дни недели	Длительность относительно норматива	Мальчики	Девочки	В целом
Учебные	Выдерживают норматив	19,8	8,5	14,9
	Меньше нормы на 1-1,9 ч	20,8	26,8	23,4
	Меньше нормы на 2 ч и более	40,5	57,4	47,9
	Не гуляют	18,9	7,3	13,8
Выходные	Выдерживают норматив	45,3	25,6	36,7
	Меньше нормы на 1-1,9 ч	21,7	43,9	31,4
	Меньше нормы на 2 ч и более	19,8	25,6	22,3
	Не гуляют	13,2	4,9	9,6

Таблица 5

*Распределение детей с разной частотой прогулок, в %*

Пол ребенка	Кол-во испытуемых	Число дней, когда гуляет				
		0	1-2	3-4	5-6	7
Мальчики	106	9,4	12,3	9,4	8,5	60,4
Девочки	82	2,4	12,2	7,3	4,9	73,2
В целом	188	6,4	12,2	8,5	6,9	66,0

*Деятельность или отдых по интересам* (просмотр телепередач, чтение, занятий иностранным языком, занятий музыкой, спортом, рисованием и прочее) занимает значительное место в распорядке дня пятиклассников.

*Средняя длительность просмотра телепередач* в учебные дни составляет  $0,85 \pm 0,06$  часов, а в выходные дни –  $1,68 \pm 0,09$  часов. Как видим, в выходные дни дети в два раза дольше находятся у экранов телевизоров, чем в будни. В выходные дни норматив длительности просмотра телепередач превышают более чем на полчаса 36,0 % учащихся и более чем на час превышают норму 24,6 % школьников. Для учебных дней эти показатели составляют соответственно 16,7 % и 7,0 %.

*Занятия музыкой*, систематические, не менее 1 часа и не менее двух раз в неделю, были выявлены у 28, % детей, *по иностранному языку* – у 27,2 % , *занятия спортом* – у 52,2 % , и *иными интересами* с той же частотой: не менее двух раз в неделю и не менее одного часа за день, – у 35,6 % детей. По количеству детей, занимающихся спортом, отмечались половые различия (другие виды занятий по интересам их не выявили). Так, при распределении детей в зависимости от числа дней в неделю, в которые ребенок занимается спортом, было установлено, что спортом занимаются 70 % мальчиков и 56 % девочек (табл. 6). Ежедневно занимающихся среди мальчиков 20,8 % , а среди девочек только 12,2; среди занимающихся спортом 3-4 раза и 5-6 раз в неделю тоже несколько больше мальчиков, чем девочек (27,4 против 19,5 % и 12,3 против 7,3 % ).

Таблица 6

*Распределение детей с разной частотой занятий спортом, в %*

Пол ребенка	Кол-во испытуемых	Число дней, когда занимается спортом				
		0	1-2	3-4	5-6	7
Мальчики	106	29,2	10,3	27,4	12,3	20,8
Девочки	82	43,9	17,1	19,5	7,3	12,2
В целом	188	35,6	13,4	23,9	10,1	17,0

*Занятия на компьютере.* Для учебных занятий компьютер использует 63,9 % . Ресурсами Интернета пользуется 96,1 % пятиклассников в среднем с частотой  $4,92 \pm 0,17$  дней в неделю при средней длительности в день на одного человека  $1,63 \pm 0,10$  час. Примерно половина детей занимается ежедневно. Не работает на компьютере только 14,2 % мальчиков и 3,7 % девочек (табл. 7).

Распределение детей в зависимости от продолжительности занятий на компьютере представлено в таблице 8. Девочки преобладают в процентном отношении над мальчиками в первых двух столбцах, свидетельствующих о незначительной длительности занятий на компьютере. Мальчики в большем проценте случаев, чем девочки, показали более продолжительную работу до двух и более часов в день, как в учебные, так и в выходные дни.

Интернет используется ежедневно детьми в будние дни в 41 % случаев и в выходные – в 70 % случаев. Мальчики по сравнению с девочками чаще используют Интернет для игр (64,6 % против 35,1 % ), а девочки чаще, чем мальчики, для подготовки к учебным занятиям (55,8 % против 35,4 % ). В общении с друзь-



ями и при поиске информации в Интернете участвует примерно одинаковое число девочек и мальчиков (около 85 %).

Таблица 7

*Распределение детей с разной частотой компьютерных занятий, в %*

Пол ребенка	Кол-во испытуемых	Число дней, когда работает на компьютере				
		0	1-2	3-4	5-6	7
Мальчики	106	14,2	16,0	13,2	11,3	45,3
Девочки	82	3,7	18,3	15,9	7,3	54,8
В целом	188	9,6	17,0	14,4	9,6	49,4

Таблица 8

*Распределение детей 5 класса в % в зависимости от продолжительности работы на компьютере в учебные и выходные дни*

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

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аудиторная нагрузка соответствовала установленным нормам. Общая же суммарная учебная нагрузка, составляющаяся также и из дополнительных учебных занятий и времени выполнения домашних заданий у обследованных детей 5-х классов, как правило, превышала санитарно-гигиенические нормативы, в среднем равнялась  $7,56 \pm 0,10$  часов в учебные дни. Подобная 8-часовая общая суммарная учебная нагрузка нами наблюдалась и при изучении режима дня старшеклассников [8].

Было также выявлено, что распорядок дня у школьников пятых классов, помимо учебных занятий и выполнения домашних заданий, достаточно нагружен другими видами занятий, которые систематически и регулярно выполняются детьми в течение каждой недели. К ним относятся: дополнительные индивидуальные учебные занятия, занятия иностранным языком, музыкой, спортом, кружковые увлечения, каждая из которых охватывают от 27 до 90 % детей. Особенно это относится к увлечению телепередачами и компьютером. Только около 10 % детей не имеет систематических контактов с компьютером. Примерно половина детей ежедневно проводит у его экрана от четверти часа до 3-4 часов. Особенно

подолгу дети сидят у телевизора и компьютера в выходные дни. Как выявили исследования, от часа до двух часов и более занимаются на компьютере 68,2 % мальчиков. Среди девочек таких 44,8 %.

Такая загруженность разнообразными видами деятельности, как отчетливо проявилось в нашем исследовании, и отмечается другими исследователями [9; 10], отразилась на снижении продолжительности пребывания на свежем воздухе и ночного сна, этих главных и мощнейших восстановителей работоспособности любого человека, и тем более значимы для ребенка. Как выяснилось, достаточное время проводят на воздухе в будни только 19,8 % мальчиков и 8,5 % девочек. В выходные дни норматив по этому показателю выполняют больше половины пятиклассников. Двигательный компонент, который присутствует в режиме дня в виде школьных уроков физкультуры и дополнительных регулярных занятий физкультурой и спортом у половины обследованных пятиклассников, мог бы благоприятно сказаться на восстановлении работоспособности, если бы в такой значительной степени не нарушался режим ночного отдыха и прогулок. Даже в выходные дни 7-8-часовой сон наблюдался у 23,3 % обследованных учащихся. В будние дни такая продолжительность сна наблюдалась у 48,9 % детей. Таким образом, по продолжительности сна примерно половина пятиклассников приблизилась к норме старшекласников, а по суммарной учебной нагрузке (средняя  $7,56 \pm 0,10$  часов) большинство учащихся 5-х классов соперничает со старшими школьниками, у которых суммарная учебная нагрузка также в будни составляла 8 часов [8].

На нарушении режима ночного сна в определенной мере сказывается и тот факт, что современные школьники, в том числе те, о которых идет речь, много времени проводят в Интернете для общения с друзьями, для поиска информации, подготовки домашних заданий и для игр, используя для этого различные виды электронных устройств. Влияние их на скорость засыпания и на усиление загруженности ребенка, как правило, недооценивается ни родителями, ни самим ребенком, и не учитывается как компонент внеучебной деятельности, отягощающий учебную нагрузку.

Таким образом, подводя итог, следует сказать, что в результате исследования нами были выявлены нарушения режима жизнедеятельности школьников пятых классов. Прежде всего, это недостаточная продолжительность ночного сна и времени пребывания на открытом воздухе. При этом отмечалась перегруженность дополнительными видами деятельности (занятия индивидуальные учебные, по музыке, по иностранному языку, на компьютере и с использованием других видов электронных устройств, выполнение домашних заданий, превышающих по длительности гигиенические нормативы, просмотр телепередач) усиливающими статический компонент, зрительное и умственное утомление. Увеличивающаяся в связи с этим общая нагрузка на организм требует присутствия в достаточной мере в режиме суточного распорядка школьника компонентов, восстанавливающих работоспособность его организма: двигательной активности, прогулок, игр на открытом воздухе, домашнего труда, достаточного сна, рационального полноценного питания. Имеющее место в действительности снижение продолжительности или отсутствие этих режимных компонентов может расцениваться как бомба замедленного действия для подрыва здоровья школьника, растущего в гигиенических условиях труда и отдыха. Для выхода из создавшегося положения в режиме

дня учащихся средней школы требуется корректировка содержания, и структуры внеучебного времени в соответствии с гигиеническими принципами организации суточного распорядка жизнедеятельности школьника и физиологическими возможностями организма, обеспечивающими полноценный труд и полноценный отдых.

## ВЫВОДЫ

1. Режим дня характеризуется преобладанием статических видов деятельности.
2. Суммарная учебная нагрузка в учебные дни составляла около 8 часов. В выходные дни пятиклассники имеют небольшую долю учебной нагрузки, или она вовсе отсутствует.
3. Норматив по длительности выполнения домашних заданий выдерживали 67 % детей в учебные дни и 91 % детей – в выходные дни.
4. В выходные дни свободное время заполняется в основном более продолжительными прогулками, почти вдвое более длительными, а также превышающей норму продолжительностью просмотра телепередач и занятий на компьютере.
5. По величине суммарной учебной дневной нагрузки и по продолжительности ночного сна пятиклассники опережают свой возраст на несколько лет.
6. Ресурсами Интернета пользуется 96,1 % пятиклассников при средней длительности в день на одного человека  $1,63 \pm 0,10$  час.
7. У значительного процента школьников пятых классов выявлено сокращение продолжительности ночного сна, недостаточное пребывание на свежем воздухе, низкая двигательная активность, значительная продолжительность просмотра телепередач и занятий на компьютере, особенно в выходные дни.
8. Организация режима суточной деятельности требует корректировки, особенно в плане более рационального построения режима дополнительных учебных и других занятий, а также повышения двигательной активности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.А. Состояние здоровья детей и подростков в современных условиях: проблемы, пути решения // Российский педиатрический журнал. – 1998. – № 1. – С. 5-8.
2. Бобок Н.В., Тананко Е.М. Анализ показателей состояния здоровья современных школьников г. Минска // Здоровоохранение и медицинские науки -от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи. Материалы Конгресса. – М. 2016. – С. 29-33.
3. Богомолова Е.С., Кузмичев Ю.Г., Бадеева Т.В., Писарева и др. Динамика распространенности школьно-обусловленных заболеваний у детей и подростков г. Н. Новгорода // Здоровоохранение и медицинские науки - от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи. Материалы Конгресса. – М., 2016. – С. 33-36.

4. Зазнобова Т.В., М.В.Дудкина, Ремезова Т.В. Показатели школьной тревожности у подростков, обучающихся в школах разного типа // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – №4. – С. 29-31.
5. Копейкина Н.А. Проблемы сохранения здоровья // Проблемы развития территории. – 2012. – Вып.4(60). – С. 44-52.
6. Кучма В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде // Вопросы школьной и университетской медицины. – 2016. – №3. – С. 4-22.
7. Макунина О.А., Якубовская И.А. Структура и динамика состояния здоровья школьников 7-17 лет // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – Т.17(2). – С. 29-31.
8. Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лезжова Г.Н., Лукьянец Г.Н., Тюрина Е.В., Орлов К.В. Учебная, внеучебная и общая нагрузка, режим дня старшеклассников при интеллектуальных нагрузках повышенной интенсивности // Новые исследования. – 2016. – №4. – С. 71-84.
9. Поленова М.А., Шумкова Т.В, Лаптева Л.А. Особенности жизнедеятельности современных школьников подросткового возраста // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2010. – №3. – С. 117-118.
10. Полька Н.С., Яцковська Н.Я., Платонова А.Г., Джурина С.М., Шкуро В.В., Шкарбан К.С., Саенко Г.М., Хутченко О.М. Особливості Режиму дня учнів старшого шкільного віку // Довкілля та здоров'я. – 2013. – №2 (65). – С. 30-35.
11. Чижевский Г.Б., Н.Н. Сайкинова, А.И. Анамбаева Гигиеническая оценка режима дня учащихся старших классов // Вестник КазНМУ. – 2014. – №2-2. – С. 348-349.

## REFERENCES

1. Baranov A.A. Sostoyanie zdorov'ya detei i podrostkov v sovremennykh usloviyakh: problemy, puti resheniya [The state of health of children and adolescents in modern conditions: problems, solutions] // Rossiiskii pediatricheskii zhurnal [Russian pediatric journal]. – 1998. – № 1. – S. 5-8.
2. Bobok N.V., Tananko E.M. Analiz pokazatelei sostoyaniya zdorov'ya sovremennykh shkol'nikov g. Minska [Analysis of health indicators of modern schoolchildren in Minsk]// Zdravookhranenie i meditsinskie nauki -ot oblasti obrazovaniya k professional'noi deyatel'nosti v sfere okhrany i ukrepleniya zdorov'ya detei, podrostkov i molodezhi. Materialy Kongressa[health And medical Sciences-from the field of education to professional activity in the field of protection and promotion of health of children, adolescents and youth. Materials Of The Congress]. – M. 2016. – S. 29-33.
3. Bogomolova E.S., Kuzmichev Yu.G., Badeeva T.V., Pisareva i dr. Dinamika rasprostranennosti shkol'no-obuslovlennykh zabolevanii u detei i podrostkov g. N.Novgoroda [Dynamics of prevalence of school-related diseases in children and adolescents of Novgorod] // Zdravookhranenie i meditsinskie nauki -ot oblasti obrazovaniya k professional'noi deyatel'nosti v sfere okhrany i ukrepleniya zdorov'ya detei, podrostkov i molodezhi. Materialy Kongressa[health Care and medical Sciences -from the field of education to professional activity in the field of protection and promotion of

health of children, adolescents and youth. Materials Of The Congress]. – M. 2016. – S. 33-36.

4. Zaznobova T.V., M.V.Dudkina, Remezova T.V. Pokazateli shkol'noi trevozhnosti u podrostkov, obuchayushchikhsya v shkolakh raznogo tipa [Indicators of school anxiety in adolescents enrolled in schools of different types] // Sibirskii meditsinskii zhurnal [Siberian medical journal]. – 2010. – №4. – S. 29-31.

5. Kopeikina N.A. Problemy sokhraneniya zdorov'ya [Problems of health preservation] // Problemy razvitiya territorii [Problems of territory development]. – 2012. – Vyp.4(60). – S.44-52.

6. Kuchma V.R. Vyzovy XXI veka: gigienicheskaya bezopasnost' detei v izmenyayushcheysya srede [Challenges of the XXI century: hygienic safety of children in a changing environment] // Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny [Questions of school and University medicine]. 2016. №3. S.4-22.

7. Makunina O.A., Yakubovskaya I.A. Struktura i dinamika sostoyaniya zdorov'ya shkol'nikov 7-17 let [Structure and dynamics of health of schoolchildren 7-17 years] // Zdorov'e i obrazovanie v KhKhI veke [Health and education in the XXI century]. – 2015. – T.17(2). – S. 29-31.

8. Paranicheva T.M., Makarova L.V., Lezzhova G.N., Luk'yanets G.N., Tyurina E.V., Orlov K.V. Uchebnaya, vneuchebnaya i obshchaya nagruzka, rezhim dnya starsheklassnikov pri intellektual'nykh nagruzkakh povyshennoi intensivnosti [Educational, extracurricular and General load, day mode of high school students at intellectual loads of increased intensity] // Al'manakh «Novye issledovaniya» [Almanac "New research"]. – 2016. – №4. – S. 71-84.

9. Polenova M.A., Shumkova T.V, Lapteva L.A. Osobennosti zhiznedeyatel'nosti sovremennykh shkol'nikov podrostkovogo vozrasta [Features of life of modern schoolchildren of teenage age] // Meditsinskii vestnik Severnogo Kavkaza [Medical Bulletin of the North Caucasus]. – 2010. – №3. – S.117-118.

10. Pol'ka N.S., Yatskovs'ka N.Ya., Platonova A.G., Dzhurins'ka S.M., Shkuro V.V., Shkarban K.S., Saenko G.M., Khutchenko O.M. Osoblivosti Rezhimu dnya uchniv starshogo shkil'nogo viku // Dovkillya ta zdorov'ya. – 2013. – №2 (65). – S.30-35.

11. Chizhevskii G.B., N.N. Saikina, A.I. Anambaeva Gigienicheskaya otsenka rezhima dnya uchashchikhsya starshikh klassov [Anarbaeva Hygienic assessment of day regimen of senior students] // Vestnik KazNMU [Vestnik KazNMU]. – 2014. – №2-2. – S. 348-349.

# ПЕДАГОГИКА

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОВЛЕЧЕНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ В ПЕРИОД ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.Г. Макеева<sup>1</sup>

ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

*В статье рассматриваются результаты использования онлайн технологии (www.prav-pit.ru «Занимаемся дома»), направленной на вовлечения младших школьников, находящихся на дистанционном обучении, в деятельность, связанную с заботой о собственном здоровье. В исследовании приняли участие 350 семей из разных регионов России. Результаты подтвердили эффективность ресурса – не обеспечивая кардинальное изменение образа жизни в целом, он способствует повышению двигательной активности и увеличению употребления ряда полезных продуктов. Ресурс может быть использован как компонент комплексной профилактики.*

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

*Using online technologies to engage primary school children into healthy lifestyle during distance learning. The article presents the results of using an online resource (www.prav-pit.ru «Study at home»), aimed at involving primary school children at distance learning in the activities related to personal health care. The study involved 350 families from different regions of Russia. The results confirmed the effectiveness of the resource: it helps to increase motor activity and the use of a number of useful products without changing the lifestyle completely. This online resource may be used as an element of preventive measures complex.*

**Key words:** lifestyle, digital tools, nutrition, health, motor activity.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-93-99**

Цифровые технологии стремительно входят в сферу современного образования, радикально меняя его структуру и содержание. Приоритетный проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» предполагает активное использование инновационных технологий для решения стратегических задач образования как взрослых, так, прежде всего, молодежи.

Уже сегодня использование электронных инструментов, дистанционное обучение при реализации учебных курсов уже стало повседневной частью жизни большинства школ. А к 2025 году планируется создание единой цифровой школы – перевод содержания всей школьной программы в электронную форму, создание платформы, обеспечивающей доступ к электронному образовательному контенту,

---

Контакты: <sup>1</sup> Макеева А.Г. – E-mail: <alexandra.makeeva@ru.nestle.com>

организация переподготовки учителей и т.д. Цифровизация учебного процесса – ведущий тренд развития современной школы [1].

Значение цифровых образовательных форматов было убедительно продемонстрировано в период удаленного обучения. Эта ситуация стала вызовом образовательной системе, продемонстрировав уровень готовности современной школы к цифровизации.

Активное внедрение цифровых инструментов в процесс обучения детей и подростков требует специального изучения того, как перестройка образовательной среды отразится на здоровье детей, а также разработки системы профилактики возможных негативных последствий вовлеченности детей и подростков в использование онлайн технологий [2]. Однако, одним из таких инструментов профилактики могут стать и сами онлайн технологии [1].

Речь идет о специальных образовательных ресурсах, которые направлены на формирование у детей как знаний о здоровом образе жизни, так и формировании конкретных навыков здорового образа жизни [3; 4].

Примером такого ресурса может служить электронная платформа [www.prav-pit.ru](http://www.prav-pit.ru). Она объединяет различные онлайн инструменты, которые могут быть использованы как педагогами, так и родителями для организации обучения детей основам здорового образа жизни.

Один из таких инструментов был использован в период дистанционного обучения для того, чтобы помочь родителям в вовлечении их детей в правильное питание, физическую активность. Изменение привычного распорядка дня, традиционной схемы обучения привело к существенному снижению двигательной активности и возрастанию учебных нагрузок детей. В сложившихся условиях особенно важно было следовать правилам здорового образа жизни. Однако далеко не всем родителям удавалось справляться с задачей эффективного регулирования распорядка дня своего ребенка, побуждения его соблюдать полезные правила.

Для того, чтобы поддержать семью в этот период, была запущена онлайн активность «Занимаемся дома» <https://www.prav-pit.ru/homeschooling>.

На электронной платформе были размещены специальные видеоуроки трех видов – кулинарные, демонстрирующие приготовление блюд из овощей и фруктов, спортивные, показывающие, как провести короткую физическую разминку, научные – с занимательными опытами, подтверждающими пользу различных продуктов. Всем пользователям платформы предлагалось смотреть видео уроки, выполнять задания ведущих и размещать фотографии выполненных заданий на платформе. Для того, чтобы мотивировать участников была запущена конкурсная механика – все посетители сайта могли голосовать за фотографии. Регулярно осуществлялся подсчет баллов, авторы фотографий, набравших наибольшее количество голосов, получали призы. Общая продолжительность реализации онлайн активности составила 30 дней.

Онлайн активность оказалась очень популярной и востребованной среди пользователей платформы. Число посещений страницы составило более 40 000, а в конкурсных механиках приняло участие более 2000 семей.

Смогла ли описанная онлайн технология помочь семьям в организации здорового образа жизни их детей? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, мы провели специальное исследование.

Целью исследования стало изучение характеристик поведения школьников, связанных с питанием и двигательной активностью в период дистанционного обучения и возможности изменения этих характеристик за счет участия в специальных онлайн активностях.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование проводилось среди семей младших школьников 8-11 лет из разных регионов России. Было выделено 2 группы – основная (146 семей) и контрольная (204 семей) школьников. Семьи основной группы – пользователи электронной платформы [www.prav-pit.ru](http://www.prav-pit.ru), участники специальной онлайн активности «Занимаемся дома», проводимой в период дистанционного обучения и ограничительных карантинных мер. Семьи контрольной группы не участвовали в специальных онлайн активностях. Для исследования использовалась специальная анкета. Анкеты рассылались участникам исследования по электронной почте, заполнение анкет осуществлялось родителями.

Содержание анкет включало вопросы, связанные с характеристиками распорядка дня школьников: основные виды активности и их регулярность, а также общие оценки родителями компонентов образа жизни их детей. Исследование было организовано в период проведения онлайн активности.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Все опрошенные родители высоко оценивают важность соблюдения ребенком правил здорового образа жизни – правильного питания, физической активности, режима дня. Взрослые убеждены в том, что эти правила особое значение приобретают в период дистанционного обучения и ограничительных карантинных мер, когда изменился традиционный уклад жизни, сократились возможности для занятий спортом, усложнился процесс обучения и т.д.

При этом оценка своих реальных возможностей организовать соблюдение правил здорового образа жизни детьми у родителей из разных групп несколько отличаются. Взрослые из основной группы чаще положительно отвечают на вопрос «Можно ли в ситуации дистанционного обучения обеспечить условия, при которых ребенок соблюдает все правила здорового образа жизни (правильно и регулярно питается, достаточно двигается, соблюдает режим дня)». Родители контрольной группы чаще высказывают критические оценки.

Различаются ответы участников исследования и при общей оценке реального образа жизни их детей. Несмотря на то, что большинство родителей и в контрольной, и основной группе критически оценивают ситуацию, в основной группе все таки чаще встречаются те, кто считает, что, и образ жизни их детей в целом, и отдельные его компоненты соответствует определению «здоровый» (Рис. 1, Табл. 1)

Для того, чтобы детализировать общие оценки, мы предложили взрослым описать, как был организован день накануне исследования у их ребенка – виды физических занятий, количество приемов пищи, наличие в рационе питания полезных продуктов. Эти характеристики были выбраны не случайно, задания для



участников конкурса «Занимаемся дома» были направлены на побуждение школьников к перечисленным видам занятий.

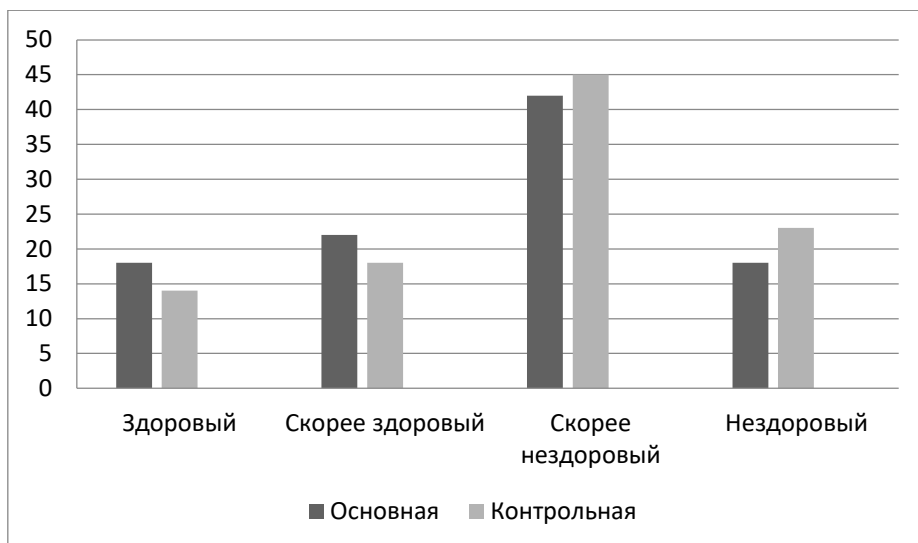


Рис. 1. Оценка участниками исследования характеристик образа жизни их детей

Таблица 1

Оценка участниками исследования отдельных компонентов образа жизни их детей

	Компоненты образа жизни	Основная группа (% положительных ответов)	Контрольная группа (% положительных ответов)	Достоверность
1	Питание регулярное	24	17	*
2	Питание разнообразное	33	35	
3	Регулярная физическая активность	36	22	*
4	Достаточный сон (не менее 7 часов)	65	58	

Оказалось, что общий уровень физической активности в течение дня у детей из основной и контрольной групп – невысокий. Большинство детей не делали зарядку в течение дня, не занимались спортом, не гуляли. Значимое различие в группах выявляется в случае с физическими разминками. Большинство родителей из основной группы отметили, что их дети выполняли физические разминки, причем значительная часть детей делала их неоднократно (Табл. 2.)

Таким образом, участие детей в онлайн активности не обеспечило кардинальное улучшение двигательного режима, однако способствовало повышению физических нагрузок, побуждало детей больше двигаться.

Таблица 2

*Двигательная активность детей из семей-участников исследования в течение дня*

Вид двигательной активности	Основная группа ( % положительных ответов)	Контрольная группа ( % положительных ответов)	Достоверность различий
Зарядка	28	24	
Спортивная тренировка не менее 10 мин /самостоятельно, под руководством родителей, с использованием онлайн ресурсов	13	11	
Прогулка	19	14	
Физическая разминка 3-5 минут	67	35	*

Для того, чтобы проанализировать возможное влияние онлайн инструмента на питание детей, мы предложили родителям список продуктов и блюд и попросили их указать те, которые были в меню их детей накануне дня опроса. В целом, рацион питания детей из семей-участников исследования мало отличается в обеих группах. Дети едят недостаточно молочных продуктов, супов, не у всех в меню были блюда из мяса. Только в двух пунктах списка выявляются существенные различия – в основной группе в меню детей чаще присутствуют овощи и фрукты. Это различие также можно рассматривать как результат участия в онлайн активности – один из блоков конкурсных заданий был связан с приготовлением блюд из овощей и фруктов. (Табл. 3.)

Таблица 3

*Особенности меню детей из семей участников исследования*

	Основная группа ( % положительных ответов)	Контрольная группа ( % положительных ответов)	Достоверность
Каши, хлопья	35	43	
Супы	67	59	
Молочные продукты	43	36	
Блюда из мяса	72	81	
Блюда из рыбы	31	26	
Блюда из яиц	32	39	
Макароны	43	59	
Блюда из картофеля	38	37	
Блюда из свежих овощей	69	43	*
Блюда с свежими фруктами	75	60	*

Таким образом, также, как и в случае с двигательным режимом, участие в онлайн активности не обеспечило радикальное изменение питания участников, однако способствовало увеличению частоты употребления ими овощей и фруктов.

Сумели ли родители заметить изменения, вызванные участием их детей в онлайн активности? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, мы попросили участников исследования из основной группы оценить эффективность инструмента. Оказалось, что большинство взрослых уверены в пользе онлайн инструмента, отметив, что участие в конкурсе помогло им в организации здорового образа жизни ребенка. (Табл. 4)

Таблица.4

*Оценка родителями роли онлайн инструмента  
в организации здорового образа жизни их ребенка*

Оценка	% положительных ответы
Участие в конкурсе безусловно способствовало здоровому образу жизни ребенка	57
Участие в конкурсе скорее способствовало здоровому образу жизни ребенка	30
Участие в конкурсе скорее не способствовало здоровому образу жизни ребенка	7
Участие в конкурсе не повлияло на образ жизни ребенка	6

Среди наиболее часто указываемых положительных эффектов участия в онлайн активности родители отмечают – повышение уровня двигательной активности, изменение рациона питания, возможность организовать совместный досуг.

## **ВЫВОДЫ**

1. Активное внедрение цифровых инструментов в процесс обучения детей и подростков может быть связано с негативными последствиями для здоровья детей и требует специального изучения. Однако эти же самые инструменты и технологии могут стать важным компонентом профилактики негативных эффектов цифровизации. Так, цифровые инструменты могут быть использованы для формирования у детей полезных привычек, связанных с заботой о собственном здоровье.

2. Для активного внедрения таких инструментов необходимо специальное изучение их возможного эффекта.

Исследование результатов использования одного из таких инструментов, размещённого на платформе [www.prav-pit.ru](http://www.prav-pit.ru) подтверждает его эффективность. Несмотря на то, что инструмент не может обеспечить кардинальное изменение поведения, он может позитивно повлиять на отдельные характеристики образа жизни.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Е. С. Источники информации подростков о здоровом образе жизни // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – № 1 (январь). – С. 56-60.
2. Дегтярёва В. В. Образовательный потенциал социальных сетей // Философия образования. – 2010. – Вып. 3. – С. 30-35.
3. Allen M.S., Vella S.A. Screen-based sedentary behaviour and psychosocial well-being in childhood: cross-sectional and longitudinal associations. // Ment. Health and Phys. Act. – 2015. – V 9:41–47
4. Ren H, Zhou Z, Liu WK, Wang X, Yin Z. Excessive homework, inadequate sleep, physical inactivity and screen viewing time are major contributors to high paediatric obesity. Acta Paediatr. 2017 Jan;106(1):120-127.

## REFERENCE

1. Abramova E.S. Sources of information about healthy lifestyles for adolescents. // Scientific and methodical electronic journal " Concept". – 2015. – № 1 (January). – S. 56-60.
2. Degtaryeva V.V. Educational potential of social networks // Philosophy of education. – 2010. – Vol. 3. – S. 30-35.

# К ВОПРОСУ ОБ УЧЕТЕ ЧИСЛА ГРАЖДАН, СИСТЕМАТИЧЕСКИ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

О.Ф. Жуков<sup>1</sup>

Российский экономический университет  
им. Г.В. Плеханова, Москва

*В работе приведены результаты социологического опроса студентов Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова с целью определения количества обучающихся, систематически занимающихся физической культурой и спортом самостоятельно и на платной основе, не попавших в официальные отчеты федерального статистического наблюдения 1-ФК. Социологический опрос проводился на основе методики выявления доли населения, занимающегося физической культурой и спортом, включая использование самостоятельных форм занятий и платных спортивно-оздоровительных услуг, утвержденной Министерством спорта Российской Федерации.*

**Ключевые слова:** спорт - норма жизни, физическая культура, спорт, социологические исследования.

*Studying the number of citizens involved in systematic physical education and sports. The paper presents the results of the sociological survey of students studying at Plekhanov Russian University of Economics. The survey was aimed at determining the number of students engaged in regular physical exercises and sports activities independently and for money, i.e. those, not included in the official reports of the Federal Statistical Observation 1-PE. The sociological study was based on the methodology for identifying the percentage of the population engaged in physical activities, including sports and recreation services (free and paid ones) approved by the Ministry of Sports of the Russian Federation.*

**Keywords:** sport as the norm of life, physical education, sport, sociological research.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-100-107**

Реализация федерального проекта «Спорт – норма жизни» предусматривает приобщение к систематическим занятиям физической культурой и спортом 55 процентов граждан Российской Федерации [5].

Данный показатель (индикатор) один из самых главных и в значительной степени характеризует, определяет уровень развития физической культуры и спорта в стране. Он аккумулирует все те усилия и деятельность не только физкультурно-спортивных организаций, но в значительной степени усилия и деятельность страны в целом. Поэтому очень важно, чтобы этот статистический показатель был объективным и отражал реальное состояние развития физической культуры и спорта в стране.

Понятие «систематически занимающиеся физической культурой и спортом» определено в «Указаниях по заполнению формы федерального статистического

---

Контакты: <sup>1</sup> Жуков О.Ф. – E-mail: <ofzhukov@mail.ru>

наблюдения 1-ФК» [3]. К числу систематически занимающихся физической культурой и спортом, относятся физические лица, занимающиеся избранным видом спорта или общей физической подготовкой в организационной форме занятий (кроме урочной формы занятий в образовательных учреждениях) не менее 3-х раз или 3-х суммарных часов в неделю.

Учет занимающихся, в соответствии с «Указаниями» ведется строго по журналам учета работы секций, групп. Каждый занимающийся учитывается только по одной форме занятий. В данный показатель не попадает значительная часть населения, которая занимается физической культурой и спортом самостоятельно, причем 3 и более раз в неделю и недостаточно полно учитываются «систематически занимающиеся», в коммерческих и иных организациях (частных спортивных клубах, фитнес-центрах т.д.).

Для того, чтобы официально и объективно определять в нашей стране число людей, систематически занимающихся физической культурой и спортом необходимо учитывать не только тех, кто это делает в организованных формах, но и занимающихся самостоятельно.

Также должны предоставлять данные для статистического отчета юридические лица, включая общественные организации, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющие деятельность по физической культуре и спорту.

В дополнении к этому можно воспользоваться и услугами социологических опросов.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Нами был проведен социологический опрос студентов Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова с целью определения количества обучающихся, систематически занимающихся физической культурой и спортом самостоятельно и на платной основе, не попавших в официальные отчеты федерального статистического наблюдения 1-ФК.

Социологический опрос проводился на основе методики выявления доли населения, занимающегося физической культурой и спортом, включая использование самостоятельных форм занятий и платных спортивно-оздоровительных услуг, утвержденной Министерством спорта Российской Федерации (опросный лист для выявления отношения населения страны к занятиям физической культурой и спортом) [1].

В опросе приняли участие 542 студента очной формы обучения.

Респонденты отвечали на вопросы, связанные с:

– посещением в свободное время, и сколько раз в неделю, организованных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятий в секциях или группах, не считая платных занятий;

– затратой времени в среднем в неделю, которое уходит на занятия в спортивных или физкультурно-оздоровительных секциях или группах, не считая платных занятий;

– посещением и сколько раз в неделю платных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятий;

- местами, где проходят платные занятия физической культурой и спортом;
- самостоятельными занятиями физкультурой и спортом и количеством времени, затраченном на самостоятельные занятия;
- местами, где проходят самостоятельные занятия физической культурой и спортом;
- мотивами, которые побуждают заниматься самостоятельно или на платной основе;
- предпочтениями того или иного вида физкультурно-спортивной деятельности при самостоятельных и платных занятиях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 представлено количество студентов и периодичность посещения организованных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятия в секциях или группах, не считая платных занятий.

37 % опрошенных студентов не посещают дополнительные организованные занятия, 23,8 % – посещают занятия 3 и более раз в неделю, 39,2 % – занимаются дополнительно менее 3 раз в неделю.



*Рис. 1. Количество студентов и периодичность посещения организованных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятия в секциях или группах, не считая платных.*

На рисунке 2 представлено количество студентов и периодичность посещения платных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятий.

44,7 % опрошенных студентов не посещают дополнительные платные занятия, 21,1 % – посещают платные занятия 3 и более раз в неделю, 34,2 % – занимаются дополнительно на платной основе менее 3 раз в неделю.



*Рис. 2. Количество студентов и периодичность посещения платных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятий.*

На рисунке 3 представлено количество студентов и периодичность самостоятельных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятий.

6,1 % опрошенных студентов не занимаются самостоятельно, 51,4 % – занимаются самостоятельно 3 и более раз в неделю, 42,5 % – занимаются самостоятельно менее 3 раз в неделю.



*Рис.3. Количество студентов и периодичность самостоятельных спортивных или физкультурно-оздоровительных занятий*

На рисунке 4 показаны преимущества платных занятий по мнению респондентов.





*Рис. 4. Преимущества платных занятий.*

На рисунке 5 представлены ответы на вопрос «Каким видом спорта или системой упражнений Вы занимаетесь самостоятельно?», отражающие предпочтения респондентов.



*Рис. 5. Предпочтения видов двигательной деятельности респондентов.*

На рисунке 6 представлены преимущества самостоятельных занятий физическими упражнениями.



Рис. 6. Преимущества самостоятельных занятий физическими упражнениями.

В результате проведенного социологического опроса было выявлено, что 23,8 % студентов посещают 3 и более раз в неделю организованные спортивные или физкультурно-оздоровительные занятия в секциях или группах помимо обязательных учебных занятий. Данные студенты абсолютно точно попадают в категорию «систематически занимающиеся физической культурой и спортом» и их количество отражается в форме федерального статистического наблюдения 1-ФК.

Помимо этого, было выявлено, что 21,1 % опрошенных студентов посещают платные занятия в коммерческих физкультурно-спортивных организациях и 51,4 % – занимаются самостоятельно 3 и более раз в неделю.

Категория студентов, занимающихся на платной основе в частных спортивных клубах, фитнес-центрах, возможно учитывается, но в том случае, если руководители этих организаций заполняют и сдают форму федерального статистического наблюдения 1-ФК в органы управления физической культурой и спортом.

Студенты, занимающиеся самостоятельно, как правило в статистический отчет не попадают.

В результате исследования были также выявлены преимущества платных и самостоятельных занятий.

Среди преимуществ платных занятий респонденты отмечают следующие: не бывает срывов и переносов занятий; удобное расположение базы, где проходят занятия; престижность таких занятий; имеются дополнительные услуги; наличие индивидуального подхода к занимающимся; возможность занятий в любое время; имеется соответствующая психологическая атмосфера; лучшая организация и условия занятий.

Среди преимуществ самостоятельных занятий студенты отметили следующие: ни от кого и ничего не зависишь; нет потери времени на дорогу к месту занятий; имеется возможность выбора продолжительности занятия; возможность выбора вида физкультурно-спортивной деятельности; имеется возможность занятий в любое время суток; возможность совместно с друзьями проводить занятия.

Наши данные согласуются с репрезентативными общенациональными социологическими исследованиями, в которых показано, что число систематически занимающихся физической культурой и спортом в стране составляет 31,4 % от населения с 9 лет, а по данным отчета 1-ФК – 27,5 % от населения 3–79 лет [4].

То есть наблюдается несоответствие официальных данных и данных социологических опросов. На наш взгляд, это следствие отсутствия учета самостоятельно занимающихся граждан.

Для повышения доли граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом, необходимо:

- во-первых, вести учет граждан, занимающихся самостоятельно;
- во-вторых, данные для статистического отчета должны представлять все организации, оказывающие физкультурно-спортивные услуги, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности;
- в-третьих, необходимо создавать условия для самостоятельных занятий всех категорий населения.

Все вышеизложенное является резервом для увеличения статистических показателей, которые должны показывать реальное положение о количества граждан систематически занимающихся физической культурой и спортом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика выявления доли населения, занимающегося физической культурой и спортом, включая использование самостоятельных форм занятий и платных спортивно-оздоровительных услуг (утв. Минспортом России) [Электронный ресурс]

URL: <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения 30.07.2020).

2. Методика расчета показателя «Доля граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом» национального проекта «Демография» и показателей федерального проекта «Спорт - норма жизни» [Электронный ресурс]

URL: <https://www.minsport.gov.ru> (Дата обращения 30.07.2020).

3. Приказ Росстата от 27.03.2019 № 172 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Министерством спорта Российской Федерации федерального статистического наблюдения в сфере физической культуры и спорта» [Электронный ресурс]

URL: <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения 30.07.2020).

4. Рекомендации по реализации Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации до 2020 года [Электронный ресурс]

URL: <https://www.minsport.gov.ru/> (Дата обращения 30.07.2020).

5. Федеральный проект «Спорт - норма жизни» [Электронный ресурс]

URL: <https://www.minsport.gov.ru/activities/fedprosport/> (Дата обращения 30.07.2020).

## REFERENCES

1. Methodology for identifying the share of the population engaged in physical culture and sports, including the use of independent forms of employment and paid sports and Wellness services (approved by the Ministry of Sports of Russia) [Electronic resource]

URL: <http://www.consultant.ru/> (accessed 30.07.2020).

2. Method of calculating the indicator "the Share of citizens systematically engaged in physical culture and sports" of the national project «Demography» and indicators of the Federal project «Sport-norm of life» [Electronic resource]

URL: <https://www.minsport.gov.ru> (accessed 30.07.2020).

3. Order of Rosstat of 27.03.2019 No. 172 «On approval of the form of Federal statistical observation with instructions on its completion for the organization by the Ministry of sports of the Russian Federation of Federal statistical observation in the field of physical culture and sports» [Electronic resource]

URL: <http://www.consultant.ru/> (accessed 30.07.2020).

4. Recommendations for the implementation of the Strategy for the development of physical culture and sport in the Russian Federation until 2020 [Electronic resource]

URL: <https://www.minsport.gov.ru/> (accessed 30.07.2020).

5. Federal project «Sport-norm of life» [Electronic resource]

URL: <https://www.minsport.gov.ru/activities/fedprosport/> (accessed 30.07.2020).

## ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЕ НОРМ ВФСК "ГТО" УЧАЩИМИСЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ

В.О. Сафонова, А.В. Мецзяков\*  
Е.В. Соловьева<sup>1\*\*</sup>

\*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический  
университет имени И.Н. Ульянова», г. Ульяновск

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

*Работа проведена в рамках инициативных ученических проектов учащимися университетских классов естественно-научного профиля при ФГБОУ ВО «Ул-ГПУ им. И.Н. Ульянова». В статье представлены материалы исследования взаимосвязи типа телосложения и успешности сдачи отдельных нормативов Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса "Готов к труду и обороне". Не все учащиеся, принимавшие участие в сдаче норм Комплекса, прошли обязательное испытание. Так, из 35 девушек только 14 человек сдали все положенные нормативы; из 11 юношей лишь 5 человек так же сдали все нормативы. Выводы инициативного ученического проекта учащейся университетского класса при помощи научных руководителей оформлены в виде практических рекомендаций для детей разных соматотипов.*

**Ключевые слова:** тип телосложения, учащиеся, норматив, комплекс упражнений, ГТО.

*Ability to meet the all-russian sports standards "ready for work and defense" by students of different body types. The work was part of the student projects carried out by natural science students of Ulyanov State Pedagogical University. The article presents research materials on the relationship between body type and the ability to meet certain standards of the all-Russian sports complex "Ready for work and defense". Not all the student participants passed the mandatory test. Only 14 girls (out of 35 participants) and 5 boys (out of 11 participants) managed to meet all the standards. The results of the university student project, supervised by the scientific advisors, were presented as practical recommendations for children of different somatotypes.*

**Key words:** body type, students, standard, set of exercises, "Ready for work and defense".

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-108-114**

В 2014 году Президентом РФ был подписан указ о возрождении системного подхода к популяризации спорта, потребности в физической активности и здорового образа жизни жителей нашей страны для 11 возрастных групп (с 6 до 70 лет и старше). Под эти цели был адаптирован известный комплекс ГТО. Успешное выполнение норм Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ВФСК «ГТО») оценивается знаками отличия. И если результаты норм Комплекса 1972 года оценивались на «серебряный» или «золотой» знак, то в настоящее время можно получить даже «бронзовые» знаки. Подобное новшество привлекает к сдаче норм даже малоподготовленных людей.

---

Контакты: <sup>1</sup> Соловьева Е.В. – E-mail: <solovjeva.ev@inbox.ru>

Как показала практика, не все учащиеся могут успешно выполнить нормы Комплекса. И дело не в плохой подготовленности: возможности человека, зачастую определяемые типом телосложения, генетически обусловлены и по мнению специалистов – не позволяют выполнить некоторые нормы Комплекса. Это наблюдение актуализировало проведение исследования о поиске связи между строением тела учащихся университетских классов, пытающихся соответствовать требованиям Комплекса и успешностью (или не успешностью) сдачи норм ВФСК «ГТО».

В научной и практической деятельности, оценивая морфологические, функциональные и психические характеристики организма, все большее внимание ученые уделяют связи рассматриваемых показателей с состоянием здоровья [1; 2; 4; 5]. Для представителей каждого соматотипа характерны не только особенности телосложения, формы и размеры тела, компонентный его состав, но и особенности функциональных реакций, деятельности нейроэндокринной системы, обмена веществ, предрасположенности к определенным заболеваниям и т.п. [1].

В литературе, освещающей конституциональный подход в физическом воспитании, неоднократно отмечалось, что есть три варианта направленности воздействий нагрузок. Нагрузки могут быть ориентированы на развитие сильных (ведущих) сторон организма, на равномерно-пропорциональное развитие, на развитие отстающих физических качеств [3]. Предлагаемые зачетные требования Комплекса направлены на оценку физических способностей человека. Нами было высказано предположение, что при конституциональном подходе будет найдена корреляция между соматотипом и возможностью выполнения норм комплекса «ГТО». При этом в данной научно-исследовательской работе не ставилась задача обоснования снижения требований Комплекса, а скорее предполагалась разработка практических рекомендаций для «подтягивания» отстающих физических качеств представителями разных типов телосложения. Поэтому в рамках инициативных ученических проектов учащимися университетских классов естественно-научного профиля при ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова» было предпринято исследование связи между соматотипами и успешностью (неуспешностью) выполнения норм ВФСК «ГТО» учащимися, относящимися к разным типам телосложения.

Для реализации проекта **была определена цель:** исследование влияние типа телосложения учащихся на возможность сдачи норм ВФСК «ГТО».

В соответствии с целью поставлены **задачи проекта:**

1) получить информацию об особенностях телосложения детей школьного возраста;

2) проанализировать протоколы сдачи норм ВФСК «ГТО» учащимися университетских классов естественно-научного профиля при ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»;

3) сопоставить успешность сдачи некоторых норм ВФСК «ГТО» учащимися университетских классов разных типов телосложения;

4) дать рекомендации учащимся по подготовке к сдаче норм ВФСК «ГТО» в соответствии с их принадлежностью к определенному типу телосложения.

**Объект исследования:** выполнение норм ВФСК «ГТО» учащимися университетских классов естественно-научного профиля при ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова».

**Предмет исследования:** влияние типа телосложения учащихся на успешность сдачи норм ВФСК «ГТО».

## ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках проекта было запланировано, организовано и проведено исследование. В исследовании приняли участие учащиеся университетских классов при ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова», в количестве 46 человек (мальчики и девочки). Возраст составил  $16 \pm 0,5$  лет. Все они ранее по результатам медицинского обследования были отнесены к основной медицинской группе. Для определения типов телосложения девушек и юношей в исследовании использовалась методика Штефко В.Г. и Островского А.Д. (1929) [16], а также Индекс Пинье (ИП) – показатель, характеризующий тип телосложения человека, показатель крепости телосложения. ИП определялся на основании соотношения роста, веса и обхвата груди, рассчитывался онлайн с помощью спортивного калькулятора на сайте <https://vladimirus-team.blogspot.com/>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате знакомства с информацией сети Internet и научных изданий, было сформировано понимание об особенностях строения тела представителей различных рас и народностей. Также сложилось понимание того, что пропорции и особенности частей тела и особенности развития костной, мышечной и жировой тканей претерпевают последовательные морфологические, физиологические и биохимические трансформации в ходе онтогенеза. Далее у учащихся определен тип телосложения, их антропометрические и физиометрические параметры.

Нами были получены и проанализированы протоколы сдачи норм ВФСК «ГТО» учащимися университетских классов.

В таблице 1 дан количественный состав юношей и девушек в зависимости от их принадлежности к типам телосложения, принявших участие.

*Таблица 1*

*Количество учащихся университетских классов, отнесенные к разным типам телосложения*

Учащиеся	Астено-торакальный	Мышечно-дигестивный
Юноши, чел. (n=11)	7	4
Девушки, чел. (n=35)	21	14

В таблицах 2 и 3 представлены измерения и результаты сдачи норм Комплекса.

Таблица 2

*Протокол сдачи нормативов комплекса юношами университетских классов  
(V-VI ступень)*

№ п/п	УИН	Дата рождения	Заяв. ка. паспорт	ЭСТ АФ ЕТА	Ступень, класс	ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ				ИСПЫТАНИЯ ПО ВЫБОРУ								
						30/60/100	3000м	Отж/по. д	Нак. лон	Прм. жок	Пресс	Чел. пок	Плз. вание	Мета. ние	Кросс 5 км	Стр. ельб		
1.	19-73-0005773	15.07.03	+		5ст. 10А	4.5	15.29	25/	9	222	48	7.0	0.49					
2.	19-73-0005405	04.09.03	+		5ст. 10Б	4.6	14.46	25/10	5	224	43	6.9	0.50	28				
3.	19-73-0006134	18.02.03			5ст. 10Б	4.3	12.37	55	13	235	60	6.9	0.38		23.26	42		
4.	19-73-0006313	18.10.03			5ст. 10Б	4.6	13.18	40	17	228	55	7.5	0.27		22.12			
5.	19-73-0006367	15.10.03			5ст. 10Б	4.4	12.38	30	2	235	44	6.9	0.47		23.21			
6.	17-73-0009272	21.06.02	+		5ст. 11А								0.39					
7.	19-73-0000423	06.05.03	+		5ст. 11Б	4.3		15	15	262	51	6.9	0.40	34				
8.	19-73-0000430	12.05.02	+		5ст. 11Б	4.3		21	15	235						31		
9.	19-73-0000284	24.06.02	+		5ст. 11Б													
10.	19-73-0005780	03.12.01			6ст. 11Б	4.9			2	201		7.5						
11.	15-73-0003236	21.10.02			5ст. 11Б	4.6												
12.																		
13.																		
14.																		
					<b>ЗОЛОТО</b>	<b>9</b>	5 ступень 6 ступень	4.4/3.0/13.4 4.3/7.9/13.1	12.40 12.00	42/14 44/15	13	230 240	50 48	6.9 7.1	0.50 0.50	35 37	23.30 22.00	30
					<b>СЕРЕБРО</b>	<b>8</b>	5 ступень 6 ступень	4.7/3.5/14.3 4.6/3.6/14.1	14.30 13.40	31/11 32/12	8	210 225	40 37	7.6 7.7	1.05 1.00	29 35	25.30 25.00	25
					<b>БРОНЗА</b>	<b>7</b>	5 ступень 6 ступень	4.9/3.3/14.6 4.8/9.0/14.4	15.00 14.30	27/9 28/10	6	195 210	36 33	7.9 8.0	1.15 1.10	27 33	26.30 26.00	18

Из таблиц 2-3 видно, что не все учащиеся, принимавшие участие в сдаче норм Комплекса, прошли обязательное испытание. Так, из 35 девушек только 14 человек сдали все положенные нормативы; из 11 юношей лишь 5 человек так же сдали все нормативы. Среди учащихся женского пола 21 девушка не смогли выполнить норматив в беге на 2000 м; 70 % из них относятся к мышечно-дигестивному типу, а 30 % относятся к астено-торакальному типу телосложения. Норматив в спринтерском беге не выполнили 3 девушки мышечно-дигестивного типа. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа не выполнили 15 девушек, из них 90 % относятся к мышечно-дигестивному типу, а 10 % – к астено-торакальному. Норматив на гибкость не выполнили 3 девушки – представительницы дигестивного типа.

Среди юношей в беге на 3000 м норматив не выполнили 7 человек, из них 80 % – представители мышечно-дигестивного типа, 20 % – представители астено-торакального типа. Норматив в беге на 30 метров не выполнили 2 человека – представители дигестивного типа телосложения. Норматив в упражнении сгибания и разгибания рук в упоре лежа не смогли выполнить 5 человек, представители торакального и дигестивного типов. В упражнении на гибкость норматив остался невыполненным у двух юношей, среди которых один – представитель астеноидного типа, и один – представитель дигестивного типа телосложения.



Таблица 3

Протокол сдачи нормативов комплекса девушками университетских классов (V-VI ступень)

№ п/п	УЭП	Дата рождения	Знач. исп. спорт	ЭСТ АФ ЭТА	Ступень, класс	ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ				ИСПЫТАНИЯ ПО ВЫБОРУ								
						30:60/100	2000м	Отж/во. лт	Нак. лок	Пры. лок	Пресс	Чел. лок	Пла. ванне	Мета. виле	Кросс. 3 км	Стр. альб		
1.	19-73-0005199	22.08.03			5ст. 10А	8.1			16	205	46						41	
2.	19-73-0005192	17.10.03			5ст. 10А	8.2												
3.	19-73-0005394	08.01.03	+		5ст. 10Б	8.8		2	7	180	44	8.4						
4.	15-73-0007304	03.05.03	+		5ст. 10Б	8.2	11.30	12	24	185	51	8.0	0.50				35	
5.	19-73-0005574	14.05.03	+		5ст. 10Б	8.4			7	190	50	7.9					40	
6.	19-73-0006363	11.05.03			5ст. 10Б	8.3			10	173	26	8.8						
7.	19-73-0009473	02.03.03			5ст. 10Б	8.2			14	161	33	8.4						
8.	19-73-0006371	03.08.03			5ст. 10Б													
9.	19-73-0006328	09.07.03			5ст. 10Б	8.3			7	175	54	8.3					37	
10.	19-73-0006354	05.11.03			5ст. 10Б	8.1	11.21		21	191	38	8.4					45	
11.	17-73-0010559	22.11.03			5ст. 10Б	4.6			16	206	61	7.4						
12.	19-73-0009655	15.07.03			5ст. 10Б	4.7		20	16	205	48	7.4			20		35	
13.	19-73-0006368	02.09.03			5ст. 10Б	4.9		16	13	166	37	8.6			16			
14.	15-73-0002344	08.11.03	+		5ст. 11А	8.2	10.55	16	16	174	44	7.9					34	
15.	19-73-0000164	21.06.02	+		5ст. 11А	4.7		20	20	190		7.7	0.44					
16.	17-73-0010250	03.04.02	+		5ст. 11А	4.9			17	190	61	7.9	0.88					
17.	19-73-0000236	15.03.02	=		5ст. 11А	4.9	12.00	16	22	185	44	7.8	1.16					
18.	19-73-0000105	22.05.02	+		5ст. 11А	5.0				195			1.00					
19.	19-73-0000079	03.12.02	+		5ст. 11А	5.0	11.08		17	170	40	7.8			15			
20.	19-73-0000227	24.12.02	+		5ст. 11А	5.0	9.48			186	45	7.8				15.56	31	
21.	19-73-0006375	04.02.02			5ст. 11А	5.0	10.36	20	16	198	50	7.6			21	16.45		
22.	19-73-0000209	12.10.02	=		5ст. 11А	5.2	11.09		3	170	40	8.4					31	
23.	20-73-0002992	18.06.02			5ст. 11А	5.1	9.29		16	190	44	7.9			24	15.19		
24.	19-73-0000836	06.12.02	+		5ст. 11А				18	195	51	8.1					39	
25.	20-73-0000856	21.09.02			5ст. 11А	5.5			19	178	43	7.8						
26.	19-73-0005195	20.05.02			5ст. 11Б	5.0	10.10	20	25	198	58	7.8						
27.	19-73-0000185	30.07.02	+		5ст. 11Б	5.0	10.13	17	17	186	55	7.9					30	
28.	19-73-0000256	07.06.02	+		5ст. 11Б	5.0	11.17		16	185	50	7.7			16			
29.	19-73-0000078	12.07.02	+		5ст. 11Б	5.3			16	140								
30.	19-73-0000257	11.04.02	-		5ст. 11Б	5.0		16	5	177	47	7.8			22		33	
31.	19-73-0000274	23.07.02	=		5ст. 11Б	5.0	9.47	17	17	185	50	7.6				15.57		
32.	19-73-0000273	05.08.03	+		5ст. 11Б	5.5			21	165	46	8.6						
33.	19-73-0000171	10.12.01	+		5ст. 11Б	5.1	9.32	17	16	178	46	7.9	0.88				35	
34.	19-73-0000168	21.09.02	-		5ст. 11Б	4.6		20	20	205	55	7.9						
35.	19-73-0000587	21.07.03	+		5ст. 11Б				13	182	34	9.2						
ЗОЛОТО 9						4 ступень	5.0/9.6	10.00	15/18	15	180	43	8.0	1.03	27	17.00		
						5 ступень	5.0/9.3/16.0	9.50	16/19	16	185	44	7.9	1.02	20	16.30		30
						6 ступень	5.1/9.6/16.4	10.50	17/15	16	195	43	8.2	1.00	21	17.30		
СЕРЕБРО 8						4 ступень	5.4/10.4	11.40	10/12	8	160	34	8.8	1.20	21	18.30		
						5 ступень	5.5/10.1/17.2	11.20	11/13	9	170	36	8.7	1.18	16	18.00		25
						6 ступень	5.7/10.5/17.4	12.30	12/12	11	180	35	8.5	1.15	17	18.30		
БРОНЗА 7						4 ступень	5.6/10.6	12.10	8/10	5	150	31	9.0	1.30	19	19.30		
						5 ступень	5.7/10.5/17.6	12.00	9/13	7	160	33	8.9	1.28	13	19.00		18
						6 ступень	5.8/10.9/17.8	13.10	10/10	8	170	32	9.0	1.25	14	19.15		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип телосложения человека в большей степени является наследственным фактором. Поэтому очень важно определение типа телосложения еще в детском возрасте для того, чтобы умело и профессионально специалисты физического воспитания, педагоги, могли корректировать поведенческие привычки. При этом следует учитывать, что в детском и юношеском возрасте возможна корректировка и типа телосложения. Если после изменений комплекса ГТО в 1972 году выполнялись нормативы на "золотой" и "серебряный" значки, то нынешние "бронзовые"

значки, по нашему мнению, следует рассматривать как стартовый, начальный этап подготовки в совершенствовании физических качеств. Соответственно, этот уровень должен быть доступным для каждого человека, пожелавшему быть здоровым, сдать нормативы ВФСК «ГТО».

Внедрение системы ВФСК «ГТО» играет важную роль в вовлечении в спортивные занятия широких масс населения, в частности – школьников и учащейся молодежи. Такие испытания, как бег на 2000 м, сгибание и разгибание рук в упоре лежа у девушек и бег на 3000 м у юношей не пользовались популярностью.

В результате исследования нами разработаны некоторые рекомендации для учащихся – представителей разных типов телосложения, с целью лучшей их подготовки к сдаче норм Комплекса. Чтобы повысить мотивацию было предложен разработанный курс самостоятельных занятий для учащихся разных типов телосложения, сдающих нормативы ВФСК «ГТО». Программа тренировок должна выполняться регулярно, чтобы получить желаемый эффект и не потерять полученные результаты. Заниматься рекомендуем не менее 3-4 раз в неделю, консультируясь с учителем физической культуры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких, М.М., Сонькин В.Д, Фарбер Д.А. Возрастная физиология: (физиология развития ребенка). – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 416 с.
2. Левушкин, С.П., Мещеряков А.В. Физическое состояние студентов и совершенствование их подготовки к реализации физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» : монография. – М. : Издательство Онто-Принт, 2018. – 184 с.
3. Левушкин, С.П., Жуков О.Ф., Мещеряков А.В. Стандарты физического развития школьников Ульяновской области: учеб.-метод. пособие. – М., Изд-во «Перо», 2014. – 20 с.
4. Левушкин, С.П., Мещеряков А. В. Технология физической подготовки студенческой молодежи, основанная на учете индивидуально-типологических особенностей конституции: монография. – М.: ОнтоПринт, 2017. – 106 с.
5. Мещеряков, А.В. Индивидуально-типологический подход на занятиях физической культурой студентов специального медицинского отделения: монография / А. В. Мещеряков. – М.: РУСАЙНС, 2016. – 152 с.

### REFERENCES

1. Bezrukix, M.M., Son`kin V.D, Farber D.A. Vozrastnaya fiziologiya: (fiziologiya razvitiya rebenka). – M. : Izdatel`skij centr «Akademiya», 2008. – 416 s.
2. Levushkin, S.P., Meshheryakov A.V. Fizicheskoe sostoyanie studentov i sovershenstvovanie ix podgotovki k realizacii fizkul`turno-sportivnogo kompleksa «Gotov k trudu i oborone» : monografiya. – M. : Izdatel`stvo Onto-Print, 2018. – 184 s.
3. Levushkin, S.P., Zhukov O.F., Meshheryakov A.V. Standarty` fizicheskogo razvitiya shkol`nikov Ul`yanovskoj oblasti: ucheb.-metod. posobie. – M., Izd-vo «Pero», 2014. – 20 s.

4. Levushkin, S.P., Meshheryakov A. V. Teknologiya fizicheskoj podgotovki studentcheskoj molodezhi, osnovannaya na uchete individual'no-tipologičeskix osobenostej konstitucii: monografiya. – M.: OntoPrint, 2017. – 106 s.

5. Meshheryakov, A.V. Individual'no-tipologičeskij podxod na zanyatijax fizicheskoj kul'turoj studentov special'nogo medicinskogo otdeleniya: monografiya / A. V. Meshheryakov. – M.: RUSAJNS, 2016. – 152 s.

## ОБЗОРЫ

### ЦИРКАДИАННЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА КАК ХАРАКТЕРИСТИКА «БИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА». ОБЗОР

Т.С. Пронина<sup>1</sup>

ФГБНУ «Институт возрастной Физиологии РАО», Москва

*В обзоре представлены современные данные мировой литературы по циркадианному ритму температуры (ЦРТ) человека. Изменение величины показателей ритма может служить критерием адаптационного процесса и являться характеристикой «биологического статуса организма». С помощью разных методов определения температуры показано, что ЦРТ человека зависит от его пола, возраста и физиологического состояния.*

**Ключевые слова:** Циркадианный ритм температуры человека, мезор, амплитуда, акрофаза, батифаза, хронотип,

***Circadian rhythm of body temperature as characteristic of the "biological status of the organism". Overview.*** The review presents recent international research data on the human temperature circadian rhythm. Changes in the rhythm indicators can serve a criterion for the adaptation process and be a characteristic of the "biological status of the organism". Different methods for determining temperature have shown that the temperature circadian rhythm depends on the person's gender, age, and physiological state.

**Key words:** circadian rhythm of human temperature. mesor, amplitude, acrophase, bathiphase, chronotype.

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-115-131**

Температура Т тела является одним из интегративных показателей общего состояния организма, в том числе, его энергетического обмена и функционирования нейроэндокринной системы. Не случайно, этот показатель в хронофизиологии называют “золотым стандартом”, он просто и объективно определяет состояние организма [1; 2].

Тепловой баланс организма определяется соотношением теплопродукции ТП и теплоотдачи ТО. Известно, что в растущем организме постоянно протекают с высокой интенсивностью обменные процессы и различные формы получаемой и затрачиваемой при этом метаболической энергии превращаются в тепло. Существенный вклад в образование тепла в организме вносят характерные для детей высокие уровни метаболизма и двигательной активности. Накопление тепла в организме способствует повышению температуры тела. Однако, в соответствии с физическими законами теплоотдачи, если температура любого тела, в том числе тела человека, становится выше температуры среды его существования, тепло с

---

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

поверхности тела начинает рассеиваться в эту среду, что способствует понижению температуры тела. Очевидно, что постоянная для данного тела температура будет при условии равенства величин ТП и ТО. Именно поддержание равенства ТП и ТО в условиях изменения интенсивности метаболизма, двигательной активности организма и (или) температуры среды существования является одной из важнейших функций системы терморегуляции. Величина Т тела при достижении равенства величин ТП и ТО могла бы устанавливаться на различных произвольных уровнях, но благодаря функции центральных гипоталамических центров терморегуляции эта величина Т вполне определенная. Она называется установочной точкой терморегуляции (set point) [2].

Организм человека в отношении теплового гомеостаза состоит из “ядра”, в состав которого входят мозг, внутренние органы грудной, брюшной и тазовой полости, и “оболочки”, состоящей из кожи, подкожной клетчатки, поверхностных мышц. Уровень теплообразования в организме зависит от величины основного обмена, принимаемой пищи, мышечной активности и интенсивности метаболизма в тканях. Температура кожи ниже температуры “ядра”, она колеблется в определенных пределах и зависит от пола и возраста людей. В настоящее время показано, что температура “ядра” в основном зависит от регуляции теплоотдачи. Поскольку вся энергия, образующаяся в организме, рано или поздно превращается в тепло, его нужно рассеивать в окружающее пространство, чтобы сохранять постоянную температуру тела. Важнейшими механизмами теплоотдачи является потоотделение, теплопроводность и теплоизлучение. ТО любым из способов является по своей природе пассивным физическим процессом, а физиологические терморегуляторные реакции сосудов или потоотделения лишь способствуют изменению условий рассеяния большего или меньшего количества тепла в окружающую среду и достижения баланса между величинами ТП и ТО. Температура кожи – результат функции теплоотдачи, и, прежде всего, связана с кожным кровотоком, который изменяется в зависимости от многих факторов [32; 33].

Центральным звеном ответственным за терморегуляцию, является гипоталамус. Регуляция температуры кожи осуществляется через гормоны гипоталамуса путем сжатия кровеносных сосудов, расположенных на поверхности кожи (снижение), либо путем увеличения потоотделения и расширения сосудов (повышение). Гипоталамическим центром терморегуляции является супрахиазматические ядра (СХЯ), нейроны которых контролируют все виды терморегуляторных реакций [10; 36; 41; 49; 57]. Уровень регулируемой Т тела устанавливается в организме гипоталамическими центрами терморегуляции. Наиболее вероятно, что к определению величины регулируемой Т прямое отношение имеет преоптическая область, нейроны которой чувствительны к небольшому изменению локальной температуры и контролируют все виды терморегуляторных реакций, возникающих при отклонении температуры от заданной для регуляции. Если локальная температура преоптической области отклонится выше установленного для регуляции уровня, например, при повышении двигательной активности человека, то в организме будут инициированы терморегуляторные реакции, увеличивающие теплоотдачу, способствующие понижению Т тела и возврату локальной температуры преоптической области к установленному для регуляции значению (около 37 °С). Если локальная Т преоптической области понизится ниже установленного

значения, например, при охлаждении во время купания, то будут инициированы терморегуляторные реакции, уменьшающие теплопотери, а в необходимых случаях увеличивающие теплопродукцию и способствующие повышению  $T$  тела и возврату  $T$  преоптической области до заданного уровня. В преоптической области гипоталамуса содержатся (около 30 % от общего числа) теплочувствительные нейроны, которые получают афферентные сигналы через синаптические входы от тепловых рецепторов кожи и других тканей, и теплонечувствительные нейроны (около 60 %), получающие афферентные сигналы от холодových рецепторов.

СХЯ гипоталамуса играет роль центрального осциллятора, (центрального пейсмекера), регулирующего подстройку ритмов обмена веществ и энергии к различным экзогенным влияниям, таким как смена освещенности, смена поясов земли при дальних перелетах, сменная работа, стрессовая ситуация и множество других [8; 11].

Таким образом, формирование центральными нейронными структурами гипоталамуса определенной величины, регулируемой в данном организме температуры является второй важнейшей функцией системы терморегуляции. Если обе эти функции выполняются успешно, то система терморегуляции обеспечивает решение главной ее задачи – поддерживает температуру мозга и других тканей "ядра" тела на относительно постоянном уровне.

Многие физиологические процессы, такие как цикл сна и бодрствования, двигательная активность, секреция гормонов и метаболизм, регулярно меняются в течение каждого дневного / ночного цикла. Эти физиологические изменения получили название **циркадианных ритмов (ЦР)** [24; 27; 46; 50]. Период этих циркадных ритмов составляет приблизительно 24 часа и контролируется циркадными часами или внутренними часами организма [5; 44]. Циркадные часы сформированы таймерами (zeitgebers), которые являются сигналами окружающей среды, такими как свет, которые указывают внешнее время.

Несоответствие между синхронизацией внутренних биологических часов и временем окружающей среды известно, как внешняя десинхронизация. Когда возникает это несоответствие, циркадный ритм начинает следовать новому циклу сна и бодрствования, чтобы синхронизировать внутренние часы со временем окружающей среды. Во время этого процесса система ЦР не работает эффективно, и это известно, как внутренняя десинхронизация или нарушение циркадного ритма [39; 40].

Основными показателями, характеризующими любой физиологический ритм, (в том числе и циркадианный) является средний уровень (**мезор**) (M), **амплитуда** (A) колебаний, **акрофаза** (время максимума функции) и **батифаза** (время минимума функции). Мезор ЦР «отражает» так называемую центральную линию, вокруг которой происходят колебания физиологической функции на протяжении суток. Амплитуда ЦР (разница между максимумом и минимумом) является наиболее пластичным показателем и одной из первых изменяется при воздействии различных факторов, а ее величина является результатом внутренних и внешних воздействий. Ее изменение может служить показателем адаптационного процесса и, может служить характеристикой «**биологического статуса организма**» [1; 8; 45; 46,]. В настоящее время в литературе имеется много противоречивых сведений о связи изменений величины амплитуды суточных ритмов с процес-

сами быстрой или медленной (срочной или долгосрочной) адаптации к внешним условиям. Сужение или расширение коридора (хронодезма) суточных колебаний является временным показателем процесса адаптации [18; 56]. Периоды ритмов могут быть также изменены под влиянием постоянно действующих «раздражителей». Так, цикл сон-бодрствование характеризуется значительным растягиванием или сокращением всего цикла (больше или меньше сна). Склонность к спонтанному возникновению внутренней десинхронизации зависит не только от индивидуальных физиологических качеств (нейротизм, возраст, хронотип), но и от внешних условий. Изменения в сроках цикла сон-бодрствование под влиянием освещенности (яркие или умеренные) может привести к изменениям в фазе и снижению суточных амплитуд. Под постоянным ярким светом (более 3000 люкс) период длиннее и тенденция к внутренней десинхронизации выше. Такое же влияние на суточные ритмы оказывают социальные или поведенческие особенности (контакты, стресс) [42; 54; 60; 63].

### **Циркадианный ритм температуры человека в онтогенезе**

**Температура** тела человека изменяется в течение суток, что является проявлением (ЦРТ). Суточные колебания температуры (Т) тела происходят под влиянием эндогенных ритмов, которые синхронизированы с внешними сигналами. Кроме того, Т тела человека зависит от его физиологического состояния: сон или бодрствование, покой или физические и психоэмоциональные нагрузки и т.п. [12; 23; 47; 59].

ЦРТ человека определяется как ритмом Т ядра и, или Т кожи. При различных условиях воздействий динамика этих температур может совпадать, но может и отличаться. Применение различных методов для измерения внутренней (ядро) и внешней (кожа) Т представлены в разделе «Методы определения ЦРТ».

В отечественной и зарубежной литературе имеется много данных по ЦРТ тела взрослого человека в норме при различных заболеваниях. Исследования ЦРТ в онтогенезе человека, в основном, касаются больших возрастных периодов: инфантильного, зрелого и старческого [15; 22; 35; 38; 57]. Крайне мало сведений об особенностях ЦРТ у детей разных возрастных групп.

В процессе развития формируется временная организация различных функций организма. Онтогенез каждой отдельной функции включает появление и последующее изменение параметров ее ритмичности. При этом ритмы различных функций организма появляются в разном возрасте. Детский организм характеризуется выраженной подвижностью и малой устойчивостью параметров суточных ритмов, что обусловлено анатомо-физиологической незрелостью органов, их гетерохронным созреванием, лабильностью возбуждения и торможения. Становление параметров суточных ритмов различных функций организма происходит постепенно, что может свидетельствовать о поэтапном созревании центральных гипоталамических регуляторных механизмов [49].

О созревании центральных гипоталамических механизмов терморегуляции у детей можно судить по установлению правильного суточного ритма температуры тела к 1,5 - 2-месячному возрасту. ЦРТ ядра (интрагастролярно) регистрировали у младенцев 29-35 недель [20; 31]. Исследование у здоровых недоношенных детей, у которых определяли мезор, амплитуду и акрофазу ЦРТ кожи (брюшной обла-

сти), показало, что с возрастом амплитуда возрастала, тогда, как у больных младенцев такого же возраста она не увеличивалась. По другим данным, сон, кормление и свет влияли на синхронизацию ритмов (сон-бодрствование) у преждевременно родившихся детей (24-29 недель) [25].

Некоторые возрастные и гендерные различия ЦР выявлялись у взрослых людей. Так, по одним сведениям, старение изменяет ЦР мелатонина, серотонина, терморегуляции и цикла сон / бодрствование, которые затрагивают качество сна [61; 62]. Т тела пожилых мужчин и женщин ниже, чем у молодых и их восприимчивость к экстремальным Т носит более ограничительный характер.

В Британской национальной академии сообщили, что у 10 % лиц возраста 65 лет и старше, утренняя температура менее 35,5 ° С. Авторы считают, что Т тела зависит от функционирования других физиологических систем, таких как сердечно-сосудистой и дыхательной [51]. Так как функция этих систем ухудшается, то и ухудшается контроль Т тела. Основную причину изменений цикла сон-бодрствование авторы связывают с изменениями в СХЯ ядре и секреции мелатонина [13; 15; 17].

Однако другие исследователи отрицали связь между хронологическим возрастом и Т тела (93 добровольца в возрасте 62-96 лет). Не было корреляции Т тела с такими состояниями как: сахарный диабет, неврологическими расстройствами, низкой массой тела, курением, потреблением алкоголя, а также использованием различных лекарственных препаратов. В заключении авторы свидетельствуют, что Т ядра у здоровых пожилых людей ничем не отличаются от Т ядра молодых людей в покое и термонейтральных условиях [21].

Результаты исследований амплитуд ЦР во время старения так же противоречивы. В одних работах показано, что нормальное старение сопровождается 40 % снижением амплитуды ЦРТ [17]. Это может быть либо результатом изменения времени акрофазы Т, либо меньшим падением Т во время сна. Авторы полагают, что последнее более соответствует физиологически процессам в старости: у старых людей наблюдается увеличение ночной температуры, что отражает снижение мелатонина в этом возрасте. Результаты другого исследования показали, что здоровые пожилые люди, как правило, имеют раннюю фазу сна, и раннее просыпание, по сравнению с молодыми, но это не приводило к снижению циркадианных амплитуд [35; 38; 47].

Изменение амплитуды ЦРТ происходит под влиянием множества экзогенных факторов, таких как тепловое воздействие перед сном или яркий свет во время сна [17]. Гормоны яичников существенно изменяют ЦРТ (снижение ночной Т и снижение амплитуды ЦРТ) во время лютеальной фазы менструального цикла, что связано, в первую очередь, с повышением концентрации прогестерона [53]. В эксперименте на животных было показано, что социальный стресс приводил к резкому сокращению амплитуды Т тела и ритма активности. Однако, стресс индуцированные изменения Т в цикле сон/бодрствование не вызывали изменений в центральном пейсмейкере. Эти данные подтверждают мнение, что открытые ритмы не всегда отражают функцию центрального пейсмейкера [58].

Следует отметить, что многочисленные исследователи пытались лечить некоторые старческие заболевания за счет структурирования и укрепления соответствующих циркадных сигналов времени для увеличения амплитуды суточного



цикла. Эти мероприятия включали дневную освещенность, введение мелатонина, а также смешанные модальности лечения, как правило, сочетание дневной освещенности с поведенческими мероприятиями, такими, как планирование цикла сон / бодрствование и повышения дневной активности. Потребление триптофана или мелатонина у людей с расстройствами сна, приводит к лучшей корректировке циркадных ритмов, и, в результате, к общему улучшению здоровья. Настоящие результаты могут служить основой для будущих исследований ЦР с применением мелатонина и триптофана, как «замена терапии» [4; 39].

В настоящее время имеется множество оснований для экспериментального изучения циркадианных ритмов температуры (ЦРТ) у детей разного возраста при различных состояниях и нагрузках. Необходимость хронобиологического исследования у детей и подростков в естественных условиях (без отрыва от обычного дневного режима, обучения в школе, домашних занятий, отдыха и сна) весьма значима, так как растущий организм наиболее чувствителен к экзогенным факторам. Основу выбора этого вегетативного показателя (Т) составляют следующие требования: простота и воспроизводимость, выраженность ритмичности в исследуемый период, возможность периодической регистрации, пригодность для самонаблюдения, минимальные неудобства для испытуемых [5].

Результаты наших многолетних исследований показывают, что эти ритмы обладают индивидуальными и возрастными особенностями [6]. Изменение величины теплоотдачи (Т кожи) с возрастом связано с изменением терморегуляторных процессов растущего организма. Этот процесс не прямолинеен, возрастная динамика хронопоказателей ЦРТ кожи в период полового созревания отражает периоды увеличения и снижения теплоотдачи. Выявленные фазы с максимальной величиной мезора 10-11 и 14-17 лет, это этапы, на каждом из которых обнаруживается сложная зависимость активности механизмов терморегуляции от роста и развития, интенсивности обменных процессов и состояния ряда вегетативных функций [10] Эта зависимость и определяет преимущественную активность механизмов терморегуляции, обеспечивающую поддержание температурного гомеостаза на соответствующем этапе развития. Процесс терморегуляции у детей в период от 8 до 17 лет имеет гендерные отличия: у девочек он выше, чем у мальчиков. В настоящее время, наши и литературные данные по исследованию процессов возрастного термогенеза не дают ответов на такие вопросы как участие гормонов в регулировании температуры тела (ЦРТ) у детей разного пола.

Хронобиологические характеристики функционального состояния ребенка являются наиболее чувствительными индикаторами. Результаты гигиенического исследования здоровья школьников 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 [3]. Показателями низких функциональных возможностей служили меньший среднедневной уровень, снижение амплитуды колебаний, неустойчивость акрофазы дневного отрезка циркадианного ритма Т тела. Эти исследователи, показали незавершенность процесса созревания ритмов у большинства учащихся среднего школьного возраста и высокий процент детей, функциональные возможности которых, не соответствуют требованиям социальных нагрузок. Однако, авторы не имели возможностей ис-

следовать суточную динамику функций, их результаты основываются только на данных дневного периода.

### **ЦР и физическая активность**

ЦР координируют многочисленные аспекты физиологии и поведения, влияя на все, от локомоторных циклов и циклов сна / бодрствования до гормональных ритмов, метаболизма и когнитивных функций. И наоборот, нарушенные ЦР ухудшают физическую форму [36].

Авторы настоящей работы [64] исследовали влияние ЦР человека, физических упражнений и их взаимодействия на сердечно-сосудистую функцию. Были проанализированы и протестированы гипотезы о том, что ЦС модулирует вегетативные, гемодинамические и гемостатические маркеры риска в состоянии покоя и что поведенческие стрессоры имеют разные эффекты, когда они происходят на разных внутренних суточных фазах. Показано, что ЦР модулирует автономные, гемодинамические и гемостатические биомаркеры (кортизол, адреналин) в состоянии покоя; и реакционная способность этих биомаркеров для физических нагрузок изменяется во время циркадных фаз: первичный утренний пик, вторичный вечерний пик и ночное пик.

Ритмы отдыха и активности – один из самых важных ритмов ЦС. Фактически, оценка характера сна-бодрствования у взрослых молодых мужчин в течение 14 дней с использованием актиграфии запястья (ЦРТ) с дневником сна является частью диагностических критериев для следующих сведений: расстройство фазы отсроченного сна-бодрствования, опережающее время сна-бодрствования, фазовое нарушение, нарушение ритма сна и бодрствования, нерегулярное нарушение ритма сна и бодрствования [55].

24-х часовой хронометраж ЦРТ у людей разного возраста с нервными расстройствами [51; 52] показал, что период сна у них был короче, низкая эффективность сна, раннее начало сна, раннее время окончательного бодрствования, увеличенное бодрствование после наступления сна и увеличенную продолжительность дневного сна. Время начала бодрствования варьировалось в зависимости от возраста, что свидетельствует о продолжающихся изменениях сна в процессе развития с детства до подросткового возраста. Уточнение циркадных факторов и факторов развития, которые способствуют нарушенному и изменчивому режиму сна при этом синдроме, полезно для определения более эффективных индивидуальных методов лечения.

Результаты нашей работы являются доказательством того, что многодневная физическая нагрузка на организм подростков 12-13 лет оказывает существенное влияние на параметры ЦРТ [7]. Количественное изменение процесса теплоотдачи организма (мезор ЦРТ) показывает степень влияния общей физической нагрузки на нейроэндокринную и вегетативную системы подростка. Динамика амплитуды ЦРТ отражает высокую суточную лабильность (сужение и расширение хронодезма ЦРТ) адаптационного процесса. Схожесть динамики мезора и амплитуды ЦРТ в дни похода при увеличении общей физической нагрузки является показателем однонаправленного изменения архитектоники ЦРТ в процессе адаптации ор-

ганизма подростка, у которого все физиологические системы находятся в незрелом состоянии.

Хотя многие физиологические процессы зависят от  $T$  окружающей среды, система ЦР имеет важную особенность, называемую температурной компенсацией, при которой циркадные колебания остаются устойчивыми к изменениям  $T$ , в результате чего продолжительность периода все еще сохраняется примерно 24 часа, несмотря на изменения температуры окружающей среды [63]. Влияние высокой температуры воздуха на ЦР, в основном, отражалось в уменьшении медианы (мезора) и амплитуды.

В настоящее время появляются доказательства того, что нерегулярный цикл сна-бодрствования и голодания-кормления, часто встречающийся у людей, работающих ночью или чередующихся смен, может привести к нарушению циркадного ритма, что, в свою очередь, может изменить энергетический баланс [14,43]. Время циркадной фазы зависит от многих факторов, включая недавний график сна и бодрствования (например, время и продолжительность сна, а также регулярность графика), историю воздействия света, путешествия по часовым поясам, историю ночной работы или сменной работы, возраст, пол и суточные предпочтения участника. При сменной работе изменяются показатели ЦРТ дистальных отделов кожи. Амплитуда при ночной работе достоверно уменьшалась, время акрофазы задерживалось. В утренние смены показатели ЦРТ восстанавливались [30]. Результаты такого исследования (индивидуальной карты) могут помочь составить наиболее подходящий график для сменных рабочих.

### **Методы определения ЦРТ**

ЦРТ часто используется в качестве маркера ЦР, потому что этот показатель относительно легко записать и данные могут быть проанализированы немедленно, например, метод «Термохрон iButton» [4].

Наиболее распространенный способ для измерения  $T$  ядра у человека ректальная температура – дискомфортен и не может применяться в обычных условиях для исследования ЦРТ. Достижения в области инфракрасной тепловизионной технологии позволили высокоточные бесконтактные и неинвазивные измерения  $T$  поверхности кожи. По данным М. Гилоха с сотрудниками [26]  $T$  поверхности кожи коррелирует с основной  $T$  ядра и свидетельствует о состоянии их терморегуляции. В последнее время для записи температуры ядра применяется метод телеметрических таблеток, при этом сигналы передаются на радиочастоте и принимаются внешним блоком, размещенным вокруг талии участника. Тем не менее, время записи ограничено и зависит от кишечного транзита. Кроме того, ЦРТ также маскируется такими факторами, как положение тела, физическая активность, питание, естественного освещения, окружающая температура и социальное взаимодействие [48]. В последние годы применяется измерение  $T$  на барабанной перепонке специальным термометром, эта величина соответствует  $T$  кожи ( $34,68^{\circ}\text{C}$ ). Этот метод также дискомфортен и не может применяться для мониторинга у детей в обычных условиях.

За последние 10 лет мониторинг температуры кожи запястья успешно использовался в качестве неинвазивного, легко доступного метода измерения циркадных параметров у различных здоровых и больных людей.

Разработкой комплексного неинвазивного метода тестирования T у людей в различных положениях и в периоды разной активности в настоящее время занимаются различные исследователи [53]. Так, группой ученых во главе с Ortiz-Tudela E A [41]. был разработан и предложен новый комплексный метод термометрии (ТАП), при котором на основе комплексного анализа трех одновременных записей: температуры (T) кожи запястья (Thermochron IButton) двигательной активности (A - актиметр) и положения тела (П). Авторы назвали его «**Суточный индекс функции**», он представляет собой полезный инструмент для стандартизации состояния циркадианных системы. ТАП переменная, которая объединяет информацию от температуры, активности и положения тела субъекта, представляет собой шаг вперед в амбулаторных оценках суточного состояния системы организма человека. ТАП предоставляет информацию о статусе циркадной системы, поскольку она включает в себя не только переменную с большим количеством эндогенных компонентов (температура), но и переменные, которые являются реактивными поведенческими критериями: двигательной активности и положение тела. Авторы полагают, что эта новая стратегия количественной оценки состояния Ц системы, будет способствовать развитию применения хронобиологии в клинике.

Исследуя тепловые потери после экзогенного введения мелатонина, определяли уровень T кожи, и рассчитывали дистально–проксимальный градиент кожи (ДПГ) на руках и ногах. ДПГ был впервые представлен как разница T в дистальных участках кожи на руках и ногах минус уровень температуры кожи в проксимальных участках, таких, как грудь. Тепловые потери также были оценены через термо-изображений ладонной и спинной поверхности кисти и пальцев и измерения кожного кровотока [22; 53].

Разрабатываются новые методы, в которых для измерения суточных колебаний температуры используется наручный термометр. Внутренняя температура тела обычно падает, когда человек засыпает, достигает надира

(минимума), а затем повышается за ~ 2 часа до пробуждения. С другой стороны, температура кожи начинает повышаться перед сном, отражая рассеивание внутреннего тепла, и падает сразу после пробуждения [48].

Различия в хронотипе человека делают критически важным выполнение измерений циркадных ритмов без вмешательства в повседневную жизнь людей, чтобы успешно перевести и широко применить концепции циркадных часов в точной медицине [8,33]. Настоящее исследование [64] представляет собой важный шаг к достижению этой цели, поскольку оно выявило межиндивидуальные различия на 7 часов для батифазы внутренней температуры тела и для акрофазы температуры поверхности грудной клетки, что подчеркивает большую межличностную изменчивость для этих различных и коррелированных оценок циркадной фазы. Эндогенные циркадные ритмы центральной температуры тела, непрерывно регистрируемые с помощью ректального зонда и концентрации мелатонина в циркулирующей крови, надежно координировались у здоровых людей [20]. В результате батифаза внутренней температуры тела в значительной степени использовалась в качестве адекватного эталона для эндогенной циркадной фазы у людей на основании исследований, проводимых в условиях постоянных рутинных протоколов в лабораториях хронофизиологии человека. Результаты этой работы

имеют большое потенциальное влияние на снижение серьезных побочных эффектов при лечении разных заболеваний [60]. Сокращение времени лечения которых представляет собой критическую проблему для улучшения качества жизни пациентов, соблюдения режима лечения, эффективности лечения и бремени расходов на здравоохранение.

### **Маркеры циркадианных ритмов**

На практике, в качестве маркера для оценки ЦР широко используются ритмы **мелатонина, кортизола, и циклов сон-активности**. людей в условиях постоянного освещения внутренних. У людей период основного циркадианного ритмоводителя (СХЯ), Т тела, мелатонина, и секретируемого кортизола был стабильным и составлял в среднем  $24,18 \pm 0,15$  ч.

**Дофамин** – один из основных регуляторов сна и бодрствования. Как правило, он играет роль стимулятора бодрствования. Появляется все больше свидетельств того, что ДА также является важным модулятором ЦС. Есть также доказательства того, что ДА может регулировать ЦР выработки гормонов и поведения. Считается, что он необходим для ритмичного высвобождения пролактина в ядре гипоталамуса и оказывает тормозящее воздействие на синтез мелатонина в шишковидной железе. Следовательно, в целом система ДА, а также система сна и циркадного ритма являются ключевыми модуляторами друг друга [13].

**Мелатонин** – это эндогенный гормон, который синтезируется и высвобождается шишковидной железой. Мелатонин обычно используются в качестве маркеров синхронизации эндогенной ЦС. Помимо использования в качестве маркера ЦС, мелатонин обладает способностью 1) изменять синхронизацию циркадных ритмов (фазовый сдвиг) и 2) помогают способствовать засыпанию через свое влияние на **СХЯ**, поскольку мелатонин ингибирует скорость возбуждения **СХЯ** нейронов, создавая разрешающее состояние сна [9; 16]. Мелатонин может быть обнаружен в плазме и слюне, а его основной метаболит 6-сульфатоксимелатонин – в моче. Уровни мелатонина чаще всего измеряются в плазме или слюне, поскольку это позволяет часто (~ каждые 30 минут) брать пробы для более точного определения фазы.

Уровень мелатонина в крови понижается днем у людей, начиная с раннего детского возраста (1 –й год жизни) и до глубокой старости (больше 90 лет). Этот гормон влияет на ЦР сон-бодрствование, суточные изменения двигательной активности и Т тела [37, 62].

Мелатонин достоверно ускорял засыпание и удлинял продолжительность сна. Ежедневным приемом мелатонина можно добиться сдвига суточного цикла активности–покоя на несколько часов в ту или другую сторону, что бывает необходимо при трансмеридианальных перелетах или при сменной работе. Кроме того, было показано, что Т тела и ритм мелатонина являются надежными маркерами активности центрального гипоталамического стимулятора эндогенных циркадных ритмов сна, кортизола, тиреотропного гормона, и психофизиологических качеств [4].

На ЦР гормона влияют различные экзогенные и эндогенные факторы. Сокращение амплитуды (на 52 % при ярком освещении) и изменение фазы мелатонина после вхождения в спящий режим наблюдалось у здоровых мужчин. Из эндоген-

ных факторов, влияющих на секрецию, существенное значение могут иметь характер активности других эндокринных желез, особенно состояние гонад, а также возраст. Было установлено, что наблюдается достоверное снижение концентрации мелатонина в крови и слюне здоровых людей преклонного возраста, причем, наиболее существенным изменением ЦР, является уменьшение амплитуды ночного мелатонина [17; 18].

Имеются данные о взаимосвязи мелатонина и ростовых процессов. У детей с дефицитом гормона роста выявлен нормальный (несколько сниженный) ночной профиль секреции мелатонина, тогда как дети с нормальным гормоном роста, но с задержкой роста, показали нетипичный профиль мелатонина: ультрадианные ритмы у них такие же, как у взрослых, что, по мнению авторов, свидетельствует о незрелости центрального генератора [39]. Показано, что экзогенный мелатонин приводит не только к снижению терморегуляции через вазоконстрикцию в течение всего периода охлаждения тела, но и на когнитивно-поведенческие свойства пациентов. Эти данные свидетельствуют о том, что мелатонин может модулировать Т опосредованным путем, через центральные изменения в симпатической нервной системе [22].

Как было сказано, суточная ритмичность регулируется на разных уровнях оси гипоталамо-гипофиз-надпочечники (ГГН). В свою очередь, циркулирующие глюкокортикоиды (ГК) являются внутренними регуляторами времени, которые могут влиять на циркадную организацию многих периферических органов, а также нескольких областей мозга [40; 59]. В литературе документально подтверждено, что суточные колебания циркулирующих ГК, возможно, являются самым большим и надежным ЦР среди всех компонентов крови у млекопитающих. Хотя множественное действие ГК на иммунитет, воспаление, метаболизм, когнитивные функции, настроение, рост, репродуктивную функцию и сердечно-сосудистую функцию, а также на реакцию на стресс хорошо известны, функциональное значение широких суточных колебаний их циркулирующих уровней для этих множественных функций и для самой системы суточного времени только начали понимать.

У человека основным ГК является кортизол. Кортизол также используется в качестве маркера ритма, но этот ЦР имеет ультрадианные колебания, которые изменяются от многих факторов, таких, как физические упражнения, физиологический стресс, условия освещения, цикла сон-бодрствование и высокого потребления белка. Концентрация кортизола достигает минимума в ранние утренние часы, а через 30 - 45 минут после пробуждения отмечается его резкое увеличение. Нарушение регуляции кортизола является показателем хронического стресса, который может усиливать болевые ощущения через его влияние на иммунный ответ. У пациентов с болевым синдромом, амплитуда суточного ритма кортизола значительно снижена по сравнению с амплитудой у здоровых. Это свидетельствует о регуляции ЦР кортизола и ГГН системы в более широком смысле. Лечение боли является важнейшим вопросом для медицинских работников и выявление физиологических маркеров может помочь развитию целевых планов лечения [19].

Оценка ЦР в клинической практике может выполнять несколько функций, наиболее важной из них является способность определять степень нарушения ритмов или несоответствие их с внешней средой. Другая практическая причина

заключается в том, чтобы точно рассчитать время лечения на основе ЦР, таких как воздействие яркого света и введение экзогенного мелатонина.

Правильная оценка суточных функций в нормальных условиях жизни с использованием неинвазивных методов с минимальным дискомфортом в настоящее время нуждается в дальнейших разработках [48].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ**

Система циркадных часов играет жизненно важную роль в регуляции физиологических процессов, включая развитие клеточного цикла, секрецию гормонов, сон и бодрствование, иммунную регуляцию и т. д. Доказано, что множественные системные заболевания тесно связаны с нарушениями ЦР, поэтому исследования хронобиологии в настоящее время становятся центром внимания в биологических и медицинских областях. С развитием хронобиологии постепенно были обнаружены внешние сигналы, которые можно использовать в качестве синхронизаторов.

Методы наблюдения биологических ритмов быстро развиваются и становятся все более разнообразными – от сбора данных по времени до мониторинга в реальном времени с помощью флуоресцентных белков. К тому же, исследователи также создали ряд баз данных, связанных с циркадными часами, чтобы облегчить доступ к результатам предыдущих исследований. Благодаря сочетанию различных экспериментов *in vivo* и *in vitro*, механизмы, лежащие в основе циркадных колебаний, постоянно выясняются, а также выявляются сложные связи между нарушениями ЦР и различными заболеваниями. Выявление взаимосвязи между ЦР и заболеваниями человека может помочь лучше прояснить патогенез циркадных заболеваний, что дает новые стратегии и идеи для профилактики и лечения заболеваний, а циркадное время лечения (время приема лекарств в соответствии с индивидуальными хронокартами) может в значительной степени улучшить переносимость и эффективность у пациентов. Выбор времени и выравнивание ЦР является неотъемлемой частью здоровья и благополучия человека.

Оценка ЦР у людей была и остается сложной задачей. По мере того, как наши знания о сложностях циркадной системы и технологий для измерения этих систем развиваются, произошли разработки в области потенциальных новых маркеров ЦС.

По мере лучшего понимания роли циркадной системы в здоровье и безопасности возрастает необходимость в оценке ЦР. Даже современные методы оценки ЦР недоступны среднему врачу для использования при ведении пациентов с нарушением циркадного ритма, скорее, они относятся к исследовательской среде. Перенос доступных в настоящее время методов оценки ЦР в клиническую среду и разработка новых простых и экономичных методов оценки ритмов будет иметь важное значение для будущего не только циркадианной медицины, но и спортивных достижений.

### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

А – акрофаза

Б – батифаза

ДА – дофамин  
ГНС – гипоталамо-надпочечниковая система  
ГК – глюкокортикоиды  
М – мезор  
СХЯ – супрахиазматические ядра  
Т – температура  
ТАП – Температура, Активность Положение тела  
ТО – теплоотдача  
ТП – теплопродукция  
ЦР – циркадианный ритм  
ЦРТ – циркадианный ритм температуры  
ЦС – циркадианная система

## 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: СевКавГТУ, 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. Мелатонин – перспективы применения в клинике / под ред. С.И. Раппопорта. – М.: ИММА-ПРЕСС, 2012. – 176 с.
5. Программа Thermo. Chron. Revisor, [Электронный ресурс]  
URL <http://www.elin.ru/> (дата обращения 10.01.2005).
6. 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.
7. Пронина Т.С. Циркадный ритм температуры кожи подростков 12-13 лет как показатель адаптации к физическим нагрузкам / Т.С. Пронина, Е.А. Павлов // Научный альманах. – 2020. – № 4-1 (66). – С. 143-149.
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. Сон и тревожность / под ред. Е.В. Вербицкого. – Ростов на Дону: Из-во ЮНЦ РАН, 2008. – 208 с.
10. Сонькин В.Д. Развитие мышечной энергетике и работоспособности в онтогенезе. / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Изд. Дом «Либроком», 2011. – 368 с.
11. Степанова С.И. Биологические аспекты проблемы адаптации. / С.И. Степанова. – М.: Наука, 1986. – 244 с.



12. Abbott S.M. Circadian Rhythm Disorders and Human Health: Bidirectional Communication / S.M. Abbott, R. G. Malkani, P.S. Zee // *Eur. J. Neurosci.* – 2020. – ЯНВ. - V. 51 (1). – P. 567-583.
13. Ashton A. Disrupted Sleep and Circadian Rhythms in Schizophrenia and Their Interaction With Dopamine Signaling / A. Ashton, A. Jagannath // *Front Neurosci.* – 2020. – N 14. – P. 636-640.
14. Almirall H. Ultradian and circadian body temperature and activity rhythms in chronic MPTP treated monkeys / H. Almirall // *Neurophysiology. Clin.* – 2001. – V. 3, N 3. – P. 161-70.
15. Biatis C.M. Age-Dependent changes in temperature regulation / C.M. Biatis // *Gerontology.* – 2012. – V. 58. - №4 – P.289-295.
16. Bonmati-Carrion M.A. Protecting the Melatonin Rhythm through Circadian Healthy Light exposure / M. A. Bonmati-Carrion, R. Arguelles-Prieto, M.J. Martinez-Madrid et al. // *Int. J. Mol. Sci.* – 2014. – Dec. – V. 15(12).
17. Cagnacci A. Homeostatic versus circadian effects of melatonin on core body temperature in humans. / A. Cagnacci // *J. Biol. Rhythms.* – 1997. – V. 12, N 6. – P. 509-517.
18. Carrier J. Amplitude reduction of the circadian temperature and sleep rhythms in the elderly / J. Carrier, T H Monk, D J Buysse et al. // *Chronobiol Int.* – 1996. – N.13. – P. 373-86.
19. Culver A. Circadian disruption of core body temperature in trauma patients: a single-center retrospective observational study / A. Culver, B. Coiffard, F. Antonini et al. // *J. Intensive Care.* – 2020. – N. 8. – P. 4-9.
20. Craig J.V. Temperature measured at the axilla compared with rectum in children and young people: systematic review. / JV Craig, G.A.Lancaster, P.R.Williamson et al // *B. M. J.* – 2000. – April 29. - V. 320 (7243). – P. 1174-1178.
21. Czeisler C.A. Association of sleep-wake habits in older people with changes in output of circadian pacemaker / C.A. Czeisler, M. Dumont, J.F. Duffy et al. // *Lancet.* – 1992. – N. 340. – 933-940.
22. Dijk D.J. Aging, circadian and homeostatic regulation of human sleep during forced desynchronization of rest, melatonin and temperature rhythms / D.J. Dijk, J.F. Duffy, E. Riel // *J. Physiol.* – 1999. – Apr 15. -V. 516 (Pt 2). – P. 611-627.
23. Dijk D.J. Timing and consolidation of human sleep, wakefulness, and performance by symphony oscillators. / D.J. Dijk, M. von Schantz // *J. Biol. Rhythms.* – 2005. – V. 20. N 4. – P. 279-290
24. De Koninck J. Biological rhythms associated with sleep and psychological adjustment. / J. De Koninck // *J. Psychiatry Neurosci.* – 1991. – V. 16, N 3. – P. 115-22.
25. Duru C.O. A comparison of tympanic and rectal temperature in term NIGERIAN neonates. / C.O. Duru, F.O. Akinbami, A.E. Orimadegun // *B.M.C. Pediatr.* – 2012. – №12. - N. 12. – P. 86-91.
26. Giloh M. Skin surface temperature of broiler chickens is correlated to body core temperature and is indicative of their thermoregulatory status / M. Giloh, D. Shinder, S. Yahav // *Poult. Sci.* – 2012. – V. 91. N 1. – P. 175-188.
27. Glazer Baron K. Circadian Misalignment and Health / K. Glazer Baron, Kathryn, J. Reid // *Int Rev Psychiatry.* – 2014. – Apr; 26(2): 139–154.

28. Harper D.G. Disturbance of endogenous circadian rhythm in aging and Alzheimer Disease. / D.G. Harper, E.G. Stopa, A.C. McKee, A. Satlin, P.C. Harlan, R. Goldstein, L. Volicer // *Arch Gen Psychiatry*. – 2001. – Apr; v. 58 - № 4. – P. 353-60.
29. Hildebrandt G. The time structure of adaptation / G. Hildebrandt // *Int. J. Chronobiol.* – 1981. – V.7 - N 4. – P. 254-262.
30. Jang T-W. Circadian Rhythm of Wrist Temperature among Shift Workers in South Korea: A Prospective Observational Study / T.-W. Jang, Hyunjoo Kim, Suk-Hoon Kang, et al // *Int. J. Environ Res Public Health*. – 2017. – Oct. - V. 14(10). – P. 1109-1112.
31. Kaur S, Teoh AN, Shukri NHM, Shafie SR, Bustami NA, Takahashi M, Lim PJ, Shibata S. *BMC Pregnancy Childbirth*. – 2020. – Feb 1. – V. 20(1).
32. Kelly G.S. Body temperature variability (part 2): masking influences of body temperature variability and a Review of body temperature variability in disease. / G.S. Kelly // *Altern. Med. Rev.* – 2006. – V. 11. - № 4. – P. 278-293.
33. Knox D.M. Core body temperature, skin temperature, and interface pressure: Relationship to skin integrity in nursing home residents. / D.M. Knox // *Adv. Wound. Care.* – 1999. – Jun. - V. 12, № 5. – P. 246-252.
34. Komarzynski S. Predictability of individual circadian phase during daily routine for medical applications of circadian clocks / S. Komarzynski, M. Bolborea, Qi Huang et al. // *J.C.I. Insight*. – 2019. – Sep 19. V 4(18).
35. Kripke D.F. Circadian phase in adults of contrasting ages. / D.F. Kripke // *Cronobiol. Int.* – 2005. – N 22, V. 4. – P. 695-709.
36. McArdle W.D. *Physiology of exercise: nutrition, energy and human performance*. / W.D. McArdle, F.I. Katch, V.L. Katch. – Philadelphia, PA: Kluwer Health / Lippincott Williams and Wilkins, 2015. – 1028 p.
37. 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.
38. Munch M. Age-related attenuation of the evening circadian arousal signal in humans. / M. Münch, V. Knoblauch, K. Blatter. et al. // *Neurobiol Aging*. – 2005. – V. 26. – P. 1307-19.
39. Munoz-Hoyos A. Characteristic VD melatonin children with hormonedependent and hormonindependent a growth inhibition / A. Munoz-Hoyos, R. Jaldo, A. MalinaCarballo, G. Escames // *J. Clin. Endocrinol. Metabol.* – 2001. – V. 86, N 3 – P. 1181-1187.
40. Oster H. Functional and clinical significance of the 24-hour rhythm of glucocorticoid circulation / H. Oster, E. Chalet, V. Ott et al. // *Endocr. Rev.* – 2017. – February 1. - 38 (1). – P. 3-45.
41. Ortiz-Tudela E. A new integrated variable based on thermometry, actimetry and body position (TAP) to evaluate circadian system status in humans / E. Ortiz-Tudela, A. Martinez-Nicolas, M. Compos et al // *PLoS Comput Biol.* – 2010. – V. 11. № 6. – P.10-15.
42. Phan T. X. Sleep and circadian rhythm disruption and stress intersect in Alzheimer's disease / T. X. Phan, G. Roneil, M. Malkani et al // *Neurobiol. Stress*. – 2019. – Feb. – P. 10-15.

43. Qian J. Sex differences in the circadian misalignment effects on energy regulation / J. Qian, C. J. Morris, R. Caputo // *Proc. Nat. Acad. Sci. U S A.* – 2019. – Nov 19. – V. 116(47). – P. 23806-23812.
44. Reid C.J. Assessing Circadian Rhythms / C. J. Reid // *Neurol Clin. Neurol Clin.* – 2019. – Aug; 37 (3). – P. 505-526.
45. Redfern P. Waterhouse J. Circadian rhythms, jet lag, and chronobiotics: an overview. / P. Redfern, D. Minors // *Chronobiol. Intern.* – 1994. – № 11. – P. 253-256.
46. Reinberg A. Chronobiologie et morbidite / A. Reinberg // *Ann. Med. Interne.* – 1980. – V. 131. S 4. – P. 517-523.
47. Refinetti R. The circadian rhythm of body temperature / R. Refinetti, M. Menaker // *Physiol. Behav.* – 1992. – N 51. – P. 613-637.
48. Ring E.F. New standards for devices used for the measurement of human body temperature / E.F. Ring, H. McCelvey, A. Lung et al. // *Med. Eng. Technol.* – 2010. – May. – V.34, №4. – P. 249-253.
49. Rowland T. Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited / T. Rowland // *J Appl Physiol.* – 2008. – V. 105. – P. 718-724.
50. Scheer FA Impact of the human circadian system, exercise, and their interaction on cardiovascular function / F.A. Scheer, K. Hu, H. Evoniuk, E.E. Kelly, A. Malhotra A, M.F. Hilton, S.A. Shea // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* – 2010. – V. 107 – P. 20541-20546.
51. Sloan E.P., Circadian rhythms and psychiatric disorders in the elderly / E.P. Sloan // *J. Biol. Rhythms.* – 1996. – N 9, V. 4. – P. 164-170.
52. Smith A. Twenty-four-Hour Motor Activity and Body Temperature Patterns Suggest Altered Central Circadian Timekeeping in Smith-Magenis Syndrome, a Neurodevelopmental Disorder / A. Smith, R. S. Morse, W. Introne et al. // *Am. J. Med. Genet. A.* – 2019. – Feb. - 179 (2). – P. 224-236.
53. Sund-Levander M. Normal, oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review / M. Sund-Levander, G. Eorsherg, L.K. Wahren // *Scand. J. Caring. Sci.* – 2002. – V. 16. № 2. – P. 122-128.
54. Tsujimoto T. Circadian rhythms in depression / Tsujimoto T. // *Affect Disord.* – 1990. – V. 18. – P. 199-210.
55. Tranel H. R. Physical activity, and not fat mass is a primary predictor of circadian parameters in young men / H. R. Tranel, E. A. Schroder, J. England et al. // *Chronobiol Int.* – 2015. – Jul.- 32(6). – P. 832-841.
56. Waterhouse J. Some comments on the measurement of circadian rhythms after time-zone transitions and during night work / J. Waterhouse, D. Minors, P. Redfern // *Chronobiol. Int.* – 1997. – N 14. – P. 125-132.
57. Weinert D. Ageing Research Reviews / D. Weinert // *Thermodynamics and Ageing.* – 2010. – V. 9. - 1. – P. 51-60.
58. Weitzman E.D. Chronobiology of aging: temperature, sleep-wake rhythms and entrainment / E. D. Weitzman, M. L. Moline, C. A. Czeisler et al. // *Neurobiol Aging.* – 1982. – V. 3. – P. 299-309.
59. Vadnie C.A. Circadian Rhythm Disturbances in Mood Disorders: Insights into the Role of the Suprachiasmatic\_Nucleus / C.A. Vadnie, C.A. McClung // *Neural Plast.* – 2017. – Nov 5. Review.

60. Xie Y. New Insights Into the Circadian Rhythm and Its Related Diseases / Y. Q. Tang, G. Chen et al. // *Front Physiol.* – 2019. – 10. – P. 682-688.
61. Yoon I.Y. Age-related changes of circadian rhythms and sleep-wake cycles / I.Y. Yoon, J.A. Elliott, S.D. Young // *J. Am. Geriatr. Soc.* – 2003. – V. 51, N 8. – P. 32-40.
62. Zeitser J.M. Do plasma melatonin concentrations decline with age? / J. M. Zeitser, J. E. Daniels, J. F. Duffy, E. B. Klerman, T. L. Shanahan, D. J. Dijk, C. A. Czeisler et al. // *Am. J. Med.* – 1999. – N.107. – P. 432-436.
63. Zheng G. The Effects of Indoor High Temperature on Circadian Rhythms of Human Work Efficiency / G. Zheng, Ke Li, Wentao Bu, Yajing Wang // *B. Int. J. Environ Res. Public Health.* – 2019. – Mar. – V. 16(5).
64. Zitting K. M., Human Resting Energy Expenditure Varies With Circadian Phase / K-M. Zitting, N. Vujovic, R. K. Yuan // *Curr. Biol.* – 2018. – Nov 19. – V. 28(22). – P. 3685-3690.

## REFERENCES

1. Gubin G.D. Human body temperature as a problem of chronobiology. Theoretical and practical aspects. Cycles. / G.D. Gubin, D.G. Gubin, S.V. Kulikova // *Materials of the third international conference.* – Stavropol: SevKavGTU, 2001. – S. 95-116.
2. Deryapa R.R. Problems of medical biorhythmology. / Deryapa R.R., Moshkin M.P., Postny V.S., Deryapa N.R., Moshkin M.P., Postny V.S. – M.: Medicine, 1985. – 208 p.
3. Doskin V.A. Biological rhythms of a growing organism / V.A. Doskin, N.N. Kuindzhi. – M: Medicine, 1989. – 224 p.
4. Melatonin – prospects for clinical use / ed. S.I. Rappoport. – M. IMMA-PRESS, 2012. – 176 p.
5. Thermo program. Chron. Revisor, [Electronic resource]  
URL <http://www.elin.ru/> (date of treatment 01.10.2005).
6. Pronina T.S. Age-related changes in the parameters of the circadian rhythm of body temperature in children 8-13 years old. / T.S. Pronin, V.P. Rybakov // *New research.* – 2010. – No. 1 – S. 75-84.
7. Pronina T.S. Circadian rhythm of skin temperature in adolescents 12-13 years old as an indicator of adaptation to physical activity / T.S. Pronina, E.A. Pavlov // *Scientific Almanac.* – 2020. – No. 4-1 (66). – S. 143-149.
8. Putilov A.A. "Owls", "Skylarks" and others. About our internal clocks and their impact on health and character. / A.A. Putilov, Novosibirsk University. – M: Perfection, 1997. – 264 p.
9. Sleep and anxiety / ed. E.V. Verbitsky. – Rostov-Don. From the SSC RAS. – 2008. – 208 p.
10. Sonkin V.D. The development of muscle energy and performance in ontogenesis. / V.D. Sonkin, R.V. Tambovtseva. – M.: Ed. House "Librokom". – 2011. – 368 p.
11. Stepanova S.I. Biological aspects of the problem of adaptation. / Stepanova S. I. – M.: Science, 1986. – 244 p.

# ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ШКОЛЬНИКОВ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

С.Б. Догадкина<sup>1</sup>, Г.В. Кмить, Л.В. Рублева  
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

*Проведен аналитический обзор литературы, в которой опубликованы результаты исследования влияния цифровых технологий на детский организм. Оценено изменение основных параметров сердечно-сосудистой системы во всех ее звеньях при работе за компьютером, на смартфоне, планшете. Рассмотрены возможности оценки стресса, возникающего при работе на цифровых устройствах у детей школьного возраста. Показано, что одним из инструментов объективной оценки стресса является анализ вариабельность сердечного ритма (ВСР) широко признающийся индикатором вегетативной нервной деятельности.*

**Ключевые слова:** цифровые технологии, обучение, здоровье сердечно-сосудистая система, вегетативная нервная система, детский возраст.

*Influence of information and communication technologies (ict) in education on the functional state of the organism in schoolchildren (analytical review). The paper presents the analytical review of research data on the impact of digital technologies on a child's body. The analysis concerned changes of the main parameters of the cardiovascular system in all its parts in children working at a computer, using a smartphone, or a tablet. The paper considers ways to assess stress that occurs when a child uses digital devices. It is shown that one of the tools of objective stress assessment is the analysis of heart rate variability (HRV), which is widely recognized as an indicator of autonomic nervous activity.*

**Key words:** digital technologies, education, health, cardiovascular system, autonomic nervous system, children

**DOI:10.46742/2072-8840-2020-63-3-132-150**

В условиях динамично меняющегося мира, усложнения технологий и непрерывного совершенствования информатизация сферы образования приобретает большое значение. Компьютеры, широко внедряющиеся в учебный процесс, оказывают существенное влияние на состояние здоровья детей школьного возраста. Компьютер также все шире входит в семью, где контроль за временем пребывания перед дисплеем менее регламентирован.

Современный мир невозможно представить без цифровых технологий. Даже маленькие дети, еще не умея хорошо говорить, ловко управляют с планшетом или смартфоном. Не зря появился термин «поколение Z» – (Generation Z) – «цифровые люди». Темпы использования электронных устройств стремительно растут и оказывают все более сильное влияние на жизнь детей. Эти новые средства предполагают, как преимущества, так и риски для здоровья детей, и подростков.

---

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

Преимущества, связанные с использованием цифровых средств, включают в себя раннее обучение, доступ к новым знаниям, расширение возможностей для социальных контактов и поддержки, а также новые возможности для доступа к сообщениям и информации о пропаганде здорового образа жизни. Риски таких средств включают негативные последствия для здоровья. Так, у детей при чрезмерном использовании гаджетов может отмечаться нарушение продолжительности и качества сна [45; 47; 77; 79], более высокий уровень ожирения и депрессии [32; 51; 69; 71; 75]; постоянное напряжение зрения может приводить к снижению остроты зрения и развитию близорукости [34; 38; 61]. А.А.Татаринчик [32] отметил, что использование электронных устройств в местах с недостаточным уровнем искусственной освещенности приводит к появлению у школьников жалоб, связанных с головной болью, усталостью глаз, болью в области глаз, расплывчатость изображения, т.е. жалоб, укладывающихся в понятие «компьютерно-зрительный синдром». Также имеет место подверженность небезопасному контенту и контактам [50; 60]. По данным китайских ученых [82] чрезмерное использование гаджетов детьми, а также нарушение сна и склонность к ожирению может приводить и зачастую приводит к гипертонической болезни в дальнейшем.

По мере насыщения школы компьютерной техникой и решения задач достижения всеобщей компьютерной грамотности, возрастной ценз для допуска к работе на компьютере постепенно снижается. Согласно новым Федеральным государственным общеобразовательным стандартам, обязательное освоение электронных образовательных ресурсов (ЭОР) предусмотрено с первых дней обучения ребенка в школе [31]. К систематической работе на компьютере допускаются дети, адаптационные системы которых отличаются еще значительной функциональной незрелостью. Все это диктует необходимость более детального и тщательного изучения влияния компьютерных технологий на состояние здоровья школьников.

Хотя международные рекомендации ограничивают «экранное время» для детей 2 часами в день, только 12 % детей в возрасте от 9-16 лет следовали этим принципам во все дни недели [64]. Нет никаких сомнений в том, что дети и особенно подростки проводят много времени в социальных сетях и видеоиграх [32]. По данным Американской педиатрической академии, ребенок уделяет электронным устройствам в среднем семь часов в день. Многие подростки сообщили о субъективном чрезмерном использовании гаджетов, которое может указывать на возможную зависимость от цифровых устройств. Наиболее распространенным симптомом проблемного использования цифровых устройств среди подростков был "синдром отмены без использования цифровой техники": 54 % подростков в возрасте от 13 до 17 лет согласны с тем, что они проводят слишком много времени за телефоном и 52 % попытались это исправить [50; 80].

Научные исследования влияния электронных устройств на организм детей и подростков в основном посвящены статистической оценке использования различных гаджетов в жизни детей, психологической зависимости от электронных устройств, а также в исследованиях уделяется внимание избыточному весу, нарушениям сна, зрения и осанки.

При исследовании проблемы влияния компьютера на здоровье человека, становится очевидным, что средства современных информационных технологий безусловно влияют на организм пользователя и «общение» с компьютером требует

жесткой регламентации рабочего времени и разработки санитарно-гигиенических мероприятий по уменьшению и профилактике такого рода воздействий. С целью минимизации степени влияния персональных компьютеров на здоровье человека основными направлениями должны быть: соблюдение условий организации рабочего места и стандарты безопасности; проведение комплекса оздоровительно-профилактических упражнений [17, 14, 37, 44 и др.].

Длительное пребывание ребенка за компьютером сопровождается увеличением объема статических усилий, связанным с двигательным удержанием ряда группы мышц в состоянии изометрического сокращения. Установлено, что именно статический компонент в работе мышц является наиболее утомительным звеном, ограничивающим функциональные возможности центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата, системы дыхания и кровообращения. Постоянно сокращенные мышцы, вызывая компрессию кровеносных сосудов, препятствуют кровотоку, провоцируя в восстановительном периоде появление реактивной гиперемии, особенно выраженной при длительных нагрузках. Выполняемая статическая работа за экраном монитора сопровождается явлением натуживания, что ограничивает потребление кислорода. В момент натуживания нарушается гемодинамика в легких и головном мозге, растет давление в грудной полости [1].

Работа за компьютером приводит к значительным изменениям основных параметров сердечно-сосудистой системы во всех ее звеньях. Немаловажным фактором, обуславливающим активацию сердечной ритмики, является повышение возбудимости двигательных областей коры больших полушарий, следствием которого могут быть прямые влияния на сосудодвигательные центры мозгового ствола, гуморальные влияния на сердце. Это приводит как к прямому эффекту, так и к опосредованному активированию сердечно-сосудистого центра и миокарда [15]. Таким образом, работа за компьютером изменяет равновесие в сердечно-сосудистой системе, вызывая как местные, органные реакции, так и системные сдвиги, величина которых определяется функциональными возможностями организма и продолжительностью проделанной работы.

В то же время практически отсутствуют данные о реакции системы кровообращения при работе школьников на разных электронных устройствах. Однако, известно, что все структурные элементы системы кровообращения у детей, а также механизмы, регулирующие деятельность сердечно-сосудистой системы, находятся в процессе созревания и адаптации к условиям жизни ребенка, а состояние сократительной функции миокарда может являться своего рода индикатором срочной адаптационной реакции на различные воздействия. Кроме того, от функционального состояния сердечно-сосудистой системы во многом зависит развитие остальных систем организма. В единичных исследованиях, проведенных в этом направлении, изучались отдельные аспекты адаптивных изменений в сердечно-сосудистой системе, а испытуемыми были дети старшего школьного возраста или дошкольники [13; 29; 39; 46; 48].

Работа на разных электронных устройствах, являясь по своей структуре сложной, многокомпонентной нагрузкой, включающей поддержание вынужденной позы, локальную динамическую нагрузку на мышцы кисти и предплечья, психоэмоциональное напряжение, когнитивную деятельность может вызывать существенные изменения функционирования отдельных систем и организма в

целом. Особенно важным является изучение влияния дозированной умственной нагрузки, выполняемой на электронных устройствах, на сердечно-сосудистую систему детей. В качестве показателей, отражающих адаптацию центральной гемодинамики, используются артериальное давление, частота сердечных сокращений, ударный и минутный объёмы крови. По величине сдвигов этих параметров при умственной нагрузке можно судить о степени напряжения регуляторных механизмов, эмоциональной возбудимости и устойчивости к стрессорам.

Результаты изучения влияния умственной нагрузки, выполняемой на цифровых устройствах, на центральную гемодинамику школьников разного возраста противоречивы. Согласно данным одних авторов, умственная нагрузка вызывает повышение артериального давления, частоты сердечных сокращений, сердечного выброса [29; 57; 72], по данным других – снижение указанных параметров [3; 24; 46]; существует также и третья точка зрения, согласно которой параметры центральной гемодинамики существенно не изменяются [8; 52].

По данным О.Н. Крысюк [16] характер краткосрочной адаптации сердечно-сосудистой системы младших школьников к работе на компьютере зависит от ряда факторов: исходного состояния сердечно-сосудистой системы и тонуса автономной нервной системы, индивидуальных особенностей, а также длительности и сложности выполняемой на компьютере работы.

К сожалению, в доступной нам современной литературе имеются только одиочные сведения о работах, посвящённых оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей, использующих разные гаджеты, хотя эта система во многом определяет и лимитирует адаптационные возможности организма.

Проведенное изучение влияния работы на компьютере, планшете, смартфоне на артериальное давление и частоту пульса у детей и подростков [48; 63; 70] показало, что при длительном использовании гаджетов (более 2-х часов в день в течение 7 дней) диастолическое артериальное давление повышалось, также выявлено учащение сердечного ритма. Повышение диастолического артериального давления и частоты пульса авторы связывают со статическим напряжением (существенным напряжением мышц спины и плечевого пояса), вызывающим сужение артерий.

При изучении сердечно-сосудистой системы у людей молодого и юношеского возраста в качестве нагрузки часто использовалась напряжённая умственная деятельность (в условиях дефицита времени, при действии сенсорных раздражителей), поскольку необходимость устойчивой концентрации внимания при наличии стрессогенных факторов является более сложной задачей, чем выполнение простых счётных операций. Имеющиеся исследования показывают, что при напряжённой умственной работе происходит более существенное повышение САД, ДАД и ЧСС, чем при выполнении задания в свободном темпе [35; 53; 56; 83]. По мнению Б.М. Фёдорова [35] повышение АД может осуществляться двумя путями: за счёт повышения МОК или за счёт повышения ОПСС. При повышении МОК организм оказывается в более благоприятных условиях, чем при повышении ОПСС. В первом случае улучшаются возможности межорганного перераспределения кровотока, а также достигается лучшая оксигенация крови в лёгких.



В исследованиях Крысюк О.Н. [16] показано, что у школьников 7-11 лет при работе на компьютере наблюдаются изменения биоэлектрической активности миокарда, зависящие от характера автономной нервной регуляции СР. У детей с парасимпатическим типом регуляции отмечается повышение возбудимости миокарда, интенсификация метаболизма и уменьшение длительности общей диастолы вследствие усиления симпатических влияний на СР; у детей со сбалансированным типом регуляции происходит увеличение возбудимости предсердий, снижение активности автономной нервной системы в регуляции СР без значительного смещения вегетативного баланса; у детей с симпатическим типом регуляции отмечается уменьшение возбудимости предсердий и удлинение систолы, вызванные усилением парасимпатических влияний на СР.

Изменения биоэлектрической активности миокарда при работе на компьютере у детей 7-11 лет определяются адаптационными резервами организма. У детей с хорошими адаптационными резервами отмечается интенсификация деятельности предсердий, метаболических процессов, а также укорочение длительности сердечного цикла за счет сокращения диастолы. Дети со сниженными адаптационными резервами отличаются снижением возбудимости предсердий и метаболизма миокарда, а также увеличением времени систолы и уменьшением продолжительности диастолы [16].

Помимо компьютера, широкое распространение в настоящее время получили различные гаджеты – смартфоны, планшеты и т.д. Исследованию влияния этих электронных устройств на состояние здоровья человека посвящены работы отечественных и зарубежных авторов [2; 9; 11; 25; 27; 28; 42; 68; 76, 78].

Самым популярным электронным устройством у учащихся начальной школы является смартфон, который они чаще всего используют в развлекательных целях [10; 30]. Причем, этот гаджет становится основным средством доступа к интернету [20]. Применение технологических возможностей смартфона в образовательном процессе начальной школы осложняется такими негативными эффектами, как снижение концентрации внимания, памяти, успеваемости [10], а во внеурочное время – его проблемным использованием и угрозой формирования зависимости [74]. Особую обеспокоенность вызывает то, что дети пользуются смартфоном в вечернее время и перед сном. Известно, что голубой свет, излучаемый электронным устройством, изменяет цикл сна и бодрствования, а снижение активности вегетативной нервной регуляции сердца после пробуждения может влиять на дневную активность [67].

Результаты исследований за последние двадцать лет часто были неоднозначными, хотя и указывали на наличие риска здоровью при цифровом обучении [49]. Как показано в работе Уооп и др. [81] частое использование цифровых устройств (смартфонов, планшетов и др.) было связано с текущим стрессом, нарушениями сна и симптомами депрессии среди молодых людей. Довольно много участников сообщили о субъективном чрезмерном использовании, которое может указывать на возможную зависимость от цифровых устройств.

Оценка стресса у учащихся может дать преподавателям лучшее понимание их психического состояния. Одним из инструментов объективной оценки стресса является анализ вариабельность сердечного ритма (ВСР). ВСР широко признается индикатором вегетативной нервной деятельности [33; 58].

Поиск биомаркеров стресса остается сложной задачей для исследователей и врачей. В настоящее время не существует общепризнанного стандарта оценки стресса. Считают, что ВСП является неинвазивным электрокардиографическим методом, который может быть использован для измерения АНС в различных клинических ситуациях (например, при оценке психологического стресса). В большинстве исследований переменные ВСП изменялись в ответ на стресс, индуцированный различными методами. При оценке взаимосвязи между стрессом и ВСП важно учитывать общий вегетативный контекст.

Регулируемый ВНС ритм сердечных сокращений чутко реагирует на любые стрессорные воздействия и несет информацию о состоянии адаптационно-приспособительных механизмов регуляции. Это дает основание проводить анализ ВСП в качестве информативного неинвазивного метода оценки состояния общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС. Динамика вариабельности сердечного ритма в ответ на какую-либо деятельность отражает адаптивные возможности и может служить прогностическим маркером успешности достижения результата [5; 6; 19; 23; 40; 62].

Вегетативная нервная система (ВНС) обеспечивает согласованное действие органов и систем при различных неблагоприятных воздействиях. В ходе онтогенеза она также претерпевает существенные структурно-функциональные изменения. В физиологических условиях усиление воздействий одного из отделов ВНС приводит к компенсаторному напряжению регуляторных механизмов другого, что переводит систему на новый уровень функционирования, восстанавливая соответствующие гомеостатические параметры.

Ряд исследований был направлено на выяснение изменений стресса на протяжении работы с цифровыми устройствами путем измерения вариабельности сердечного ритма и субъективных реакций учащихся. Результаты показали, что HF значительно снизился к концу занятия, а уровень LF/HF значительно возрос. Проведенное исследование дает объективные и субъективные доказательства увеличения стресса у учащихся во время цифрового обучения [43].

Наиболее часто регистрируемым фактором, связанным с вариацией переменных ВСП, была низкая парасимпатическая активность, характеризующаяся уменьшением полосы высоких частот и увеличением полосы низких частот. Исследования нейровизуализации показали, что ВСП может быть связана с корковыми областями (например, венстромедиальной префронтальной корой), которые участвуют в оценке стрессовой ситуации [43; 66].

Анализ изменений ВРС, связанных со стрессом, и существующими нейробиологическими данными ВРС может быть использован в качестве объективной оценки стресса и психического здоровья при работе на цифровых устройствах.

В ряде работ [43; 59 и др.] показано неблагоприятное влияние работы на цифровых устройствах на состояние вегетативной нервной системы, в том числе субъективный дискомфорт (астения, головокружения) и активация симпатического отдела вегетативной нервной системы, что свидетельствует о стрессовой реакции детей школьного возраста в ответ на систематические занятия за компьютером. Хронический стресс ухудшает реакцию вегетативной нервной системы на когнитивные нагрузки.

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

Mygind L et al., [65] выявили влияние среды на состояние вегетативной нервной системы. В частности, тонус блуждающего нерва существенно снижается на уроке при выполнении тестовых заданий на компьютере в сравнении с таковым в естественных условиях обитания ребенка.

Частотно-временные показатели variability сердечного ритма (BCP) часто используются в качестве маркеров симпато-парасимпатического баланса. Однако, было показано, что они ухудшаются из-за индивидуальной или зависящей от задачи изменчивости, и особенно связаны с изменениями частоты дыхания. Временное снижение частоты дыхания показало смещение классических индексов BCP, в то время как в большинстве работ постоянно демонстрирует ожидаемое снижение индекса HFnu с когнитивным стрессом в обеих группах и во всех когнитивных задачах [55] Показано также значительное влияние исходного вагусного тонуса на подавление блуждающего нерва [43; 73].

Тесная взаимосвязь между функционированием дыхательной и сердечно-сосудистой систем была установлена S. Hales (1677–1761), который первым заметил, что пульс изменяется в зависимости от акта дыхания. В 1847 году фотограф C. Ludwig (1816–1895) записал респираторную синусовую аритмию. Вдох увеличивал частоту сердечных сокращений, выдох замедлял ее [цит. по 4].

Оценка когерентности спектральной мощности (кросскорреляционных отношений ЧСС и ЧД в частотной области) имеет целый ряд преимуществ. Главное из них – спектральные характеристики, позволяющие избирательно анализировать взаимосвязь (когерентность) между длительностью дыхательного цикла и высокочастотным (HF) компонентом BPC. С точки зрения системного подхода десинхронизация кардиореспираторных отношений является одним из признаков, позволяющих диагностировать состояние дезадаптации (предболезни). В частности, К.В. Судаков и Е.А. Юматов [41], исследуя кросскорреляционные отношения ЧСС – ЧД при психоэмоциональном стрессе, обнаружили связь изменений коэффициентов корреляции частоты сердцебиений и дыхания с характером достижения субъектами адаптивных результатов. Высокие кросс-корреляционные соотношения BPC/ВДЦ наблюдаются у детей, достигших хороших результатов в школе, успешно обучающихся в учебных заведениях, показывающих стабильно высокие результаты при выполнении когнитивных задач.

В работе С.Б. Догадкиной, И.В. Ермаковой, А.Н. Шарапова [7] проведен анализ вегетативного и гормонального обеспечения выполнения когнитивного теста на смартфоне в зависимости от типа вегетативной нервной активности и психологических особенностей. Оценивали личностную тревожность по шкале явной тревожности CMAS (адаптация А.М. Прихожан) и уровень нейротизма (тест Г. Айзенка), а также вычисляли социометрические индексы по данным социометрии. Состояние вегетативной нервной системы оценивали по частотно-временным показателям variability сердечного ритма. Результаты исследования позволили выделить два типа перестроек вегетативной регуляции сердечного ритма, связанных с характером вегетативной нервной активности. Установлено, что у детей с высоким уровнем тревожности и нейротизма концентрация кортизола в слюне

выше, чем у нетревожных и эмоционально устойчивых сверстников как в состоянии относительного покоя, так и после когнитивной нагрузки. У детей с преобладанием симпатических влияний отмечается повышенный и высокий уровень личностной тревожности и нейротизма.

Наряду с изучением влияния отдельных факторов, воздействующих на человека, работающего на компьютере, подчеркивается необходимость исследования их совокупного влияния. Так, изучение влияния физической нагрузки и умственного напряжения во время работы взрослых испытуемых на компьютере, проведенные A.N. Garde et.al. [54], выявило существенное снижение активности парасимпатической нервной системы, учащение сердечного ритма и увеличение артериального давления. Доминирующую роль в смещении вегетативного баланса, по мнению авторов, играло статическое напряжение.

В целом ряде физиологических исследований показано, что реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузки разного характера (физическая, ортостатическая, умственная, эмоциональный стресс) определяется типом кровообращения. У лиц с разными типами кровообращения адаптационные возможности различны и, соответственно, различна степень устойчивости к воздействиям. По мнению большинства исследователей, изучавших типы кровообращения у здоровых людей, при гипокинетическом типе сердце работает в экономичном режиме, и диапазон компенсаторных возможностей этого типа широкий [18; 21; 22; 26; 36].

Как было показано в нашем исследовании [12] когнитивная деятельность на смартфоне у детей с гипокинетическим и эукинетическим типами кровообращения (72,5 % детей) не вызывала напряжение механизмов регуляции центральной гемодинамики и, следовательно, адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы у данных детей хорошие. При гиперкинетическом типе (27,5 % детей) нагрузка вызывала увеличение ЧСС, диастолического давления и снижение ударного объема крови. Необходимо особо отметить еще большее, по сравнению с покоем, уменьшение амплитуды зубца Т на ЭКГ, характеризующего метаболизм миокарда. Это может свидетельствовать о напряжении механизмов регуляции системы кровообращения на нагрузку и, следовательно, указывает на более низкие адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы у детей с гиперкинетическим типом кровообращения.

Таким образом, последствия использования цифровых технологий окончательно не изучены, многофакторны и зависят от типа гаджетов, количества и степени их использования, а также от физического и психоэмоционального состояния ребенка. Для сохранения здоровья детей и подростков крайне важно соблюдать рекомендации, касающиеся количества времени использования электронных устройств, поддерживать адекватную физическую активность, рациональное питание, а также гигиену сна.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмерова С.Г., Ильясова Г.Р., Хасанов Р.Р. Новые информационные технологии в аспекте охраны здоровья учащихся и педагогов: метод. рекомендации. – Уфа: Изд-во Башк. ин-та развития образования, 2003. – 12 с.

2. Булан Г. Сравнительный анализ отношения к гаджетам студентов среднего профессионального образования (СПО) и их родителей // Научно-методический электронный журнал «Калининградский вестник образования». – 2020. – № 2 (6). – С. 4-11.  
URL: <https://koirojournal.ru/realises/g2020/3jul2020/kvo201/>
3. Васильева Т.И. Индивидуальные особенности адаптационных реакций школьников в условиях работы с персональным компьютером: автореф. дис. ... канд.биол.наук. – Самара, 2006. – 20 с.
4. Даниченко М. Ю., Мельник О В., Михеев А.А., Шувалов П. Л. Соломаха В.Н. Оценка синхронизированности деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма.  
URL: <https://meduniver.com/medical/profilaktika/1628.html> meduniver
5. Дегтярев В.П., Раевская О.С., Шишелова А.Ю., Климина Н.В., Алексанян О.В. Физиология трудовой деятельности: учеб. пособие. – М., 2009, ВНУМЦ. – 56 с.
6. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей 5-10 лет // Новые исследования. – 2018. – № 1. – С. 35-43.
7. Догадкина С.Б., Ермакова И.В., Шарапов А.Н. Вегетативное и гормональное обеспечение когнитивной деятельности детей (работа на смартфоне) в зависимости от психологических особенностей и типа вегетативной нервной активности // Новые исследования. – 2020.– № 2. – С. 15-33.
8. Долодаренко А. Г. Проспективное исследование влияния занятий за компьютером на функциональное состояние и физическое развитие детей среднего школьного возраста: дисс. ... к.м.н. – Казань, 2006. – 195 с.
9. Иванов, В.Д. Факторы, воздействующие на здоровье учащихся в современных условиях / В. Д. Иванов, М. Г. Вахитов // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2018. – Т. 3, № 1. – С. 70-73.
10. Карпова Е.Е. Образовательная ценность личного смартфона для ученика начальной школы. Педагогический потенциал смартфона // Сб. статей XXIII межд. науч.-практ. конф. «World science: problems and Innovations» (Пенза, 30 августа 2018). – Пенза: Изд-во «Наука и Просвещение», 2018. – С. 235-239.  
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35433444>
11. Клещина, К.В. Электронные гаджеты и детское общение [Электронный ресурс] / К.В. Клещина // Старт в науке. – 2017. – № 1. – С. 70-71.  
URL: <http://science-start.ru/ru/article/view?id=539>
12. Кмить Г.В., Рублева Л.В., Ермакова И.В., Шарапов А.Н. характер краткосрочной адаптации сердечно-сосудистой и эндокринной систем организма младших школьников с разными типами кровообращения к когнитивной нагрузке, выполняемой на смартфоне // Новые исследования. – 2020.– №2. – С. 33-51.
13. Кмить Г.В., Рублёва Л.В., Крысюк О.Н. Развитие центрального звена системы кровообращения // Физиология развития ребёнка: руководство по возрастной физиологии / под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.- Воронеж: МПСИ, 2010. – С. 437-482.
14. Коурова О.Г., Попова Т.В., Кокорева Е.Г., Парская Н.В., Крапивина Е.А. Эколого-физиологические аспекты компьютерных технологий в образовательном процессе //Экология человека. – 2019. – №07. – С. 59-64.

DOI: 10.33396/1728-0869-2019-7-59-64

15. Крапивин И.А., Хасанова Н.Н. Влияние работы на компьютере на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студентов // Человек и космос: сб. тез. XIV Междунар. молодежной науч.-практ. конф. Днепропетровск. – 2012. – С. 227.

16. Крысюк О.Н. Возрастные, типологические и индивидуальные особенности биоэлектрической активности миокарда и автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7-11 лет: автореф. дис. ... канд.биол.наук. – М., 2007. – 20 с.

17. Лапонова Е.Д. Гигиеническая оценка умственной работоспособности и эмоционального состояния учащихся разного пола 5–9-х классов на уроках с разной временной продолжительностью использования персонального компьютера // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 8. – С. 31-38.

18. Мельник С.Н., Сукач Е.С., Савченко О.Г. Состояние центральной гемодинамики молодых людей в зависимости от типа кровообращения при физических нагрузках // Проблемы здоровья и экологии. – 2014. – Т. 41, № 3. – С. 116-120.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23376328>

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

20. Мухаметзянов И.Ш. Обучаемый с телефоном в школе. Подходы к решению проблемы // Мат. XII межд. науч. конф. «Шуйская сессия студентов, аспирантов, педагогов, молодых учёных» (Шуя, 04-05 июля 2019). – Шуя: Изд-во ИвГУ, 2019. – С. 22-24.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41329883>

21. Николаев В.И., Денисенко Н.П., Денисенко М.Д. Тип кровообращения и адаптация (физиология и психология) // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2012. – Т. 38, № 2. – С. 70-73.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18281821>

22. Петрова В.К., Ванюшин Ю.С. Насосная функция сердца детей с различными типами кровообращения при функциональных нагрузках // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-1. – С. 86-89.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21773131>

23. Пономарёва Т.А. Срочная адаптация системы кровообращения детей младшего школьного возраста к работе на компьютере: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 20 с.

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

25. Протопопова, С.В. Анализ применения гаджетов студентами в образовательном процессе [Электронный ресурс] / С.В. Протопопова, Т.А. Макаренко // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 32. – С. 264-267.

URL: <http://e-koncept.ru/2017/771077.htm>

26. Сикорский А.В. Типологические свойства системного кровообращения у детей в клиноортостазе // Журнал ГГМУ. – 2005. – Т. 11, № 3. – С. 93-96.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19091735>

27. Скоблина, Н. А. Место гаджетов в образе жизни современных школьников и студентов / Н. А. Скоблина и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 7 (292). – С. 41-44.

28. Скоробогатова, Е. А. Влияние мобильного устройства на здоровье школьника / Е. А. Скоробогатова // Здоровье – основа человека. потенциала: проблемы и пути их решения. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 251-252.

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

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

30. Солдатова Г.У., Теславская О.И. Особенности использования цифровых технологий в семьях с детьми дошкольного и младшего школьного возраста // Национальный психологический журнал. – 2019. – Т. 36, № 4. – С. 12-27.  
DOI: <http://npsyj.ru/articles/detail.php?article=8259>

31. Степанова М.И., Сазанюк З.И., Лапонова Е.Д., Лашнева И.П. Компьютерная занятость как фактор риска нарушения здоровья младших школьников/ Российский педиатрический журнал. – 2013. – № 3. – С. 43-47.

32. Татаринчик А. А. Гигиеническая оценка влияния использования информационно-коммуникационных технологий старшими школьниками и студентами на формирования отклонений в физическом развитии: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 2019. – 25 с.

33. Туровский Я. А., Борзунов С. В., Вахтин А. А., Алексеев А. В., Мамаев А. В. Вариабельность сердечного ритма в ходе обучения пользователей применению интерфейсов человек-компьютер // Вестник ВГУ, серия: химия. Биология. Фармация. – 2018. – № 2. – С. 255-262.

34. Файзрахманова М. Р., Файзрахманов М. Р., Ефимова Н. С. Влияние смартфонов на функции зрения [Текст: непосредственный, электронный] // Юный ученый. – 2017. – № 5 (14). – С. 117-121.

URL: <https://moluch.ru/young/archive/14/1070>

35. Фёдоров Б.М. Стресс: кардиологические аспекты // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, №2. – С. 89-99.

36. Фомина Е.В., Оленко Е.С., Кодочигова А.И., Ситникова К.В. Физиологические особенности центральной гемодинамики молодых мужчин в покое и при физической активности // Психосоматические и интегративные исследования. – 2019. – Т. 5, № 1: 0104.

URL: [http://pssr.pro/files/pdf/pssr % 202019 % 200104 % 20Фомина.pdf](http://pssr.pro/files/pdf/pssr%202019%200104%20Фомина.pdf)

37. Чомаева М.Н. Компьютер как фактор вредного воздействия на здоровье человека // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2020. – Vol. 7-2 (46)

38. Чупров А.Д., Воронина А.Е., Петросян Э.А. Профилактика снижения зрения школьников младшего возраста // Вестник on-line Оренбургского государственного университета. – 2018. – Апрель, № 4 (216). – С. 95-100.  
DOI: 10.25198/1814-6457-216-95

39. Шарапов А. Н., Безобразова В. Н., Зиненко Е. С., Кмить Г. В. Краткосрочная адаптация сердечно-сосудистой системы детей 5-7 лет к умственной нагрузке // Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 3. – С. 1-8.

40. Шлык Н.И. Управление тренировочным процессом спортсменов с учетом индивидуальных характеристик вариабельности ритма сердца // Физиология человека. – 2016. – том 42, № 6. – С. 1-10.

41. Юматов Е.А. Прямая регистрация субъективного состояния человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2010.

42. Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю. Влияние электромагнитной экспозиции от средств информационно-коммуникационных технологий на человека. /Гигиена и санитария. – 2018. – № 97(11). – С. 1053-1057.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1053-57>

43. al Abdi RM, Alhitary AE, Abdul Hay EW, Al-Bashir AK Objective detection of chronic stress using physiological parameters // Med. Boil. Eng. comput. – 2018. – dec;56(12):2273-2286.

DOI: 10.1007/s11517-018-1854-8

44. Alobaid L., BinJadeed H., Alkhamis A., Alotaibi R., Tharkar S., Alturki H.A., Brookes D.S., Davies P.S. Does spending more time on electronic screen devices determine the weight outcomes in obese and normal weight Saudi Arabian children? // Saudi. Med. J. – 2020. – Vol. 41, № 1. – P. 79-87.

DOI: <https://doi.org/10.15537/smj.2020.1.24786>

45. Amra B, Shahsavari A, Shayan-Moghadam R, Mirheli O, Moradi-Khaniabadi B, Bazukar M, Yadollahi-Farsani A, Kelishadi R. The association of sleep and late-night cell phone use among adolescents // J. Pediatr. – 2017. – 93(6). – P. 560-567.  
DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.12.004.

46. Borusiak P., Bouikidis A., Liersch R., Russell J. B. Cardiovascular Effects in Adolescents While They Are Playing Video Games: A Potential Health Risk Factor? // Psychophysiology 45, no. 2: 327–32.

DOI:10.1111/j.1469-8986.2007.00622.x.

47. Bruni O., Sette S., Fontanesi L., Baiocco R., Laghi F., Baumgartner E. Technology use and sleep quality in preadolescence and adolescence. // J. Clin. Sleep Med. 2015;11(12):1433–1441

48. Cassidy-Bushrow AE, Johnson DA, Peters RM, Burmeister C, Joseph CLM. Time Spent on the Internet and Adolescent Blood Pressure // The Journal of School Nursing. Published online September 8 2015

49. Chang A.M., Aeschbach D., Duffy J.F., Czeisler C.A. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2015. – V. 112, № 4. – P. 1232-1237.

50. Chassiakos Y.L.R., Radesky J., Christakis D., Moreno M., Corinn Cross and council on communications and media / Children and Adolescents and Digital Media // Pediatrics 2016;138.

DOI: 10.1542/peds.2016-2593 originally published online October 21, 2016

51. De Jong E., Visscher T.L., HiraSing R.A., Heymans M.W., Seidell J.C., Renders C.M. Association between TV viewing, computer use and overweight, determinants and competing activities of screen time in 4- to 13-year-old children. // Int. J. Obes. – 2013. – 37(1). – P. 47-53.



52. De Moraes A.C.F., Siani A., Barba G., Veidebaum T., Tornaritis M., Molnar D. Incidence of high blood pressure in children – effects of physical activity and sedentary behaviors: the IDEFICS study // *Int. J. Cardiol.* – 2015. – Vol. 180. – P. 165-170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.11.175>

53. Dimitriev D.A. Dimitriev A.D., Karpenko Y.D., Saperova E.V. Influence of examination stress and psychoemotional characteristics on the blood pressure and heart rate regulation in female students // *Human Physiology.* – 2008. – Vol. 34, N.5. – P. 617-624.

54. Garde A.N., Laursen B., Jorgensen A.N., Jensen B.R. Effects of mental and physical demands on heart rate variability during computer work // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2002. – №87(4-5).– P. 456-461.

55. Gilfriche, Arsac LM, Daviaux Y, Diaz-Pineda j, Miard B, Morellec O, André JM. Highly sensitive index of cardiac autonomic control based on time-varying respiration derived from ecg. // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* – 2018. – sep 1; 315(3). – P. 469-478.

DOI: 10.1152/ajpregu.00057.2018. Epub 2018 may 9

56. Hedman A., Hjemdahl P., Nordlander R., Astrom H. Effects of mental and physical stress on central haemodynamics and cardiac sympathetic nerve activity during QTY interval- sensing rate- responsive and fixed rate ventricular inhibited pacing // *European Heart J.* – 2006. – Vol. 32. – P. 289-297.

57. Jagadheeswari R., Gayatri Devi R. , Jothi Priya A. Evaluating the effects of video games on blood pressure and heart rate // *Drug Invention Today.* – 2018.– Vol 10. • Special Issue 1

URL: <http://jprsolutions.info/files/final-file-5bbdab86aca054.64326941.pdf>

58. Karalar H., Sidekli S. How do second grade students in primary schools use and perceive tablets? // *Universal Journal of Educational Research.* – 2017. – V. 5, № 6. – P. 965-971.

DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050609>

59. Kazzi C, Blackmore C, Shirbani F, Tan I, Butlin M, Avolio AP, Barin E. Effects of instructed meditation augmented by computer-rendered artificial virtual environment on heart rate variability // *Conf. proc. Ieee. Eng. Med. Boil. Soc.* – 2018. – jul. – P. 768-2771.

DOI: 10.1109/embc.2018.8512816

60. Lissak G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study // *Environ. Res.* – 2018. – Vol. 164. – P. 149-157.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.015>

61. Liu S., Ye S., Xi W., Zhang X. Electronic devices and myopic refraction among children aged 6-14 years in urban areas of Tianjin, China // *Ophthalmic. Physiol. Opt.* – 2019. – Vol. 39, № 4. – P. 282-293.

DOI: <https://doi.org/10.1111/opo.12620>

62. Malliani A. Association of heart rate variability components with physiological regulatory mechanisms. In: Malik M, Camm AJ, eds. *Heart Rate Variability.* Armonk, NY: Futura, Publishing Company Inc., 1995:173–188.

63. Martinez-Gomez D., BSc; Tucker J., MSc; Heelan, K. A. PhD; Welk G. J., PhD; Eisenmann J. C., PhD. Associations Between Sedentary Behavior and Blood Pres-

sure in Young Children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 2009;163(8):724-730 [link]

64. Mundy L. K., Canterford L., Olds T., Allen N. B., Patton G. C., 2016 The association between electronic media and emotional and behavioural problems in late childhood PII:S1876-2859(16)30555-1  
DOI:10.1016/j.acap.2016.12.014).

65. Mygind L, Stevenson MP, Liebst LS, Konvalinka I, Bentsen P Stress response and cognitive performance modulation in classroom versus natural environments: a quasi-experimental pilot study with children//*Int J Environ Res Public Health*. 2018 may 28;15(6). Pii: e1098.  
DOI: 10.3390/ijerph15061098.

66. Nakayama N., Arakawa N., Ejiri H., Matsuda R. [et al.] Heart rate variability can clarify students' level of stress during nursing simulation // *PLoS One*. – 2018. – V. 13, № 4. – e0195280.

67. Nose Yoko, Fujinaga Rina, Suzuki Maki, Hayashi Ikuyo, Moritani Toshio, Kotani Kazuhiko, Nagai Narumi Association of evening smartphone use with cardiac autonomic nervous activity after awakening in adolescents living in high school dormitories // *Childs Nerv Syst ACTIONS*. – 2017. –33, 4. – P.653-658.

68. Orlikowski, W. J. Using technology and constituting structures: A practice lens for studying technology in organizations. *Organization Science*. – 2000. – 11.– P. 404-428.

69. Padmapriya N. Sex-specific longitudinal association of screen viewing time in children at 2-3 years with adiposity at 3-5 years /// *International Journal of Obesity*. – 2019. – 43(7).  
DOI: 10.1038/s41366-019-0344-x

70. Paradis G. Study: Too much screen time can cause high blood pressure in children, 2014.  
<https://www.news-medical.net/news/20140507/Study-Too-much-screen-time-can-cause-high-blood-pressure-in-children.aspx>

71. Raustorp A., Spenner N., Wilkenson A., Fröberg A. School-based study showed a correlation between physical activity and smartphone and tablet use by students aged eight, 11 and 14 // *Acta Paediatrica*. – 2020. – Vol. 109, № 4. – P. 801-806.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/apa.15041>

72. Ribeiro M.M., Silva A.G., Santos N.S. Diet and exercise training restore blood pressure and vasodilatory response during physiological maneuvers in obese children // *Circulation*. – 2005. – Vol. III. – P. 1915-1923.

73. Rigoni D, Morganti F, Braibanti P. The role of baseline vagal tone in dealing with a stressor during face to face and computer-based social interactions//*Front Psychol*. 2017 nov 28;8:1986. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.01986. Ecollection 2017.

74. Sohn Samantha, Rees Philippa, Wildridge Bethany, Kalk Nicola J, Carter Ben Prevalence of Problematic Smartphone Usage and Associated Mental Health Outcomes Amongst Children and Young People: A Systematic Review, Meta-Analysis and GRADE of the Evidence // *BMC Psychiatry*. –19 (1), 356 2019

75. Suglia S.F., Duarte C.S., Chambers E.C., Boynton-Jarrett R. Social and behavioral risk factors for obesity in early childhood. // *J. Dev. Behav. Pediatr*. – 2013. – 34(8). – P. 549-556.

76. Sundus, M. The impact of using gadgets on children [Electronic resource] / M. Sundus // *Journal of Depression and Anxiety*. – 2018. – № 7 (1).  
URL: <https://www.coursehero.com/file/50547812/the-impact-of-using-gadgets-on-children-2167-1044-1000296pdf>
77. Tamura Haruka, Nishida Tomoko, Tsuji Akiyo, Sakakibara Hisataka Association between Excessive Use of Mobile Phone and Insomnia and Depression among Japanese Adolescents // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2017. – 14(7). – P. 701.  
DOI: 10.3390/ijerph14070701
78. Tejashree, R. D. The impact of using gadgets on children's psychology [Electronic resource] / R. D. Tejashree // *International Journal of Applied Research*. – 2019. – № 5 (8). – P. 157-160.  
URL: <http://www.allresearchjournal.com/archives/2019/vol5issue8/PartC/5-5-32-647.pdf>
79. Vijakkhana N, Wilaisakditipakorn T, Ruedeekhajorn K, Pruksananonda C, Chonchaiya W. Evening media exposure reduces night-time sleep. // *Acta. Paediatr.* – 2015. – 104(3). – P. 306-312.
80. Yasaratodo Wau , Imelda Free Unita Manurung , Nur Arjani Influence of Gadget: A Positive and Negative Impact of Smartphone Usage for Early Child Srihanyanti. November 03-05, Medan, Indonesia Copyright © 2019 EAI  
DOI 10.4108/eai.3-11-2018.2285692
81. Yoon J., Kwon S., Shim, J.E. Present status and issues of school nutrition programs in Korea // *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2012. V. 21, № 1. P. 128-133.
82. Yunfei Zou, Ning Xia, Yunqing Zou, Zhen Chen, Yufeng Wen. Smartphone addiction may be associated with adolescent hypertension: a cross-sectional study among junior school students in China. 2019; 19: 310. Published online 2019 Sep 4.  
DOI: 10.1186/s12887-019-1699-9
83. Zeller A. Blood pressure and heart rate of students undergoing a medicallicensing examination / A. Zeller, D. Handschin, N. Gyr, B. Martina, E. Battegay // *Blood Press.* – 2004. – Vol. 13. – P. 20-24.

## REFERENCES

1. Axmerova S.G., Il'yasova G.R., Xasanov R.R. Novy`e informacionny`e texnologii v aspekte oxrany` zdorov`ya uchashhixsya i pedagogov: metod. rekomendacii. – Ufa: Izd-vo Bashk. in-ta razvitiya obrazovaniya, 2003. – 12 s.
2. Bulan .G. Sravnitel`ny`j analiz otnosheniya k gadzhetam studentov srednego professional`nogo obrazovaniya (SPO) i ix roditelej // *Nauchno-metodicheskij e`lektronny`j zhurnal «Kaliningradskij vestnik obrazovaniya»*. – 2020. – № 2 (6). – S. 4-11.  
URL: <https://koirojurnal.ru/realises/g2020/3jul2020/kvo201/>
3. Vasil`eva T.I. Individual`ny`e osobennosti adaptacionny`x reakcij shkol`nikov v usloviyax raboty` s personal`ny`m komp`yuterom: avtoref. dis... kand.biol.nauk. – Samara, 2006. – 20 s.

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

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

5. Degtyarev V.P., Raevskaya O.S., Shishelova A.Yu., Klimina N.V., Aleksanyan O.V. Fiziologiya trudovoj deyatel'nosti: ucheb. posobie. – M., 2009, VNUMCz. – 56 s.

6. Dogadkina S.B. Osobennosti vegetativnoj regulyacii serdechnogo ritma u detej 5-10 let // Novy`e issledovaniya. – 2018. – №1. – S. 35-43.

7. Dogadkina S.B., Ermakova I.V., Sharapov A.N. Vegetativnoe i gormonal'noe obespechenie kognitivnoj deyatel'nosti detej (rabota na smartfone) v zavisimosti ot psixologicheskix osobennostej i tipa vegetativnoj nervnoj aktivnosti//Novy`e issledovaniya. – 2020. – № 2. – S. 15-33.

8. Dolodarenko A. G. Prospektivnoe issledovanie vliyaniya zanyatij za komp`yuterom na funkcional'noe sostoyanie i fizicheskoe razvitie detej srednego shkol'nogo vozrasta: diss. ... k.m.n. – Kazan', 2006. – 195 s.

9. Ivanov, V.D. Faktory`, vozdeystvuyushhie na zdorov'e uchashhixsya v sovremenny`x usloviyax / V.D. Ivanov, M.G. Vaxitov // Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreaciya. – 2018. – T. 3, № 1. – S. 70–73.

10. Karpova E.E. Obrazovatel'naya cennost' lichnogo smartfona dlya uchenika nachal'noj shkoly`. Pedagogicheskij potencial smartfona // Sb. statej XXIII mezhd. nauch.-prakt. konf. «World science: problems and Innovations» (Penza, 30 avgusta 2018). – Penza: Izd-vo «Nauka i Prosveshhenie», 2018. – S. 235-239.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35433444>

11. Kleshhina, K. V. E`lektronny`e gadzhety` i detskoe obshhenie [E`lektronny`j resurs] / K.V. Kleshhina // Start v nauke. – 2017. – № 1. – S. 70-71.

URL: <http://science-start.ru/ru/article/view?id=539>

12. Kmit` G.V., Rubleva L.V., Ermakova I.V., Sharapov A.N. xarakter kratkosrochnoj adaptacii serdechno-sosudistoj i e`ndokrinnoj sistem organizma mladshix shkol'nikov s razny`mi tipami krovoobrashheniya k kognitivnoj nagruzke, vy`polnyaemoj na smartfone // Novy`e issledovaniya. – 2020. – №2. – S. 33-51.

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

14. Kourova O.G., Popova T.V., Kokoreva E.G., Parskaya N.V., Krapivina E.A. E`kologo-fiziologicheskie aspekty` komp`yuterny`x texnologij v obrazovatel'nom processe // E`kologiya cheloveka. – 2019. – №07. – S. 59-64.

DOI: 10.33396/1728-0869-2019-7-59-64

15. Krapivin I.A., Xasanova N.N. Vliyanie raboty` na komp`yutere na funkcional'noe sostoyanie serdechno-sosudistoj sistemy` studentov // Chelovek i kosmos: sb. tez. XIV Mezhdunar. molodezhnoj nauch.-prakt. konf. Dnepropetrovsk. – 2012. – S. 227.

16. Kry`syuk O.N. Vozrastny`e, tipologicheskie i individual`ny`e osobennosti bioelektricheskoy aktivnosti miokarda i avtonomnoj nervnoj regulyacii serdechnogo ritma u detej 7-11 let: avtoref. dis. ... kand.biol.nauk. – M., 2007. – 20 s.

17. Laponova E.D. Gigienicheskaya ocenka umstvennoj rabotosposobnosti i e`mocional`nogo sostoyaniya uhashhixsya raznogo pola 5–9-x klassov na urokax s raznoj vremennoj prodolzhitel`nost`yu ispol`zovaniya personal`nogo komp`yutera // Zdorov`e naseleniya i sreda obitaniya. – 2018. – № 8. – S. 31-38.

18. Mel`nik S.N., Sukach E.S., Savchenko O.G. Sostoyanie central`noj gemodinamiki molody`x lyudej v zavisimosti ot tipa krovoobrashheniya pri fizicheskix nagruzkax // Problemy` zdorov`ya i e`kologii. – 2014. – T. 41, № 3. – S. 116-120.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23376328>

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

20. Muxametzyanov I.Sh. Obuchaemy`j s telefonom v shkole. Podxody` k resheniyu problemy` // Mat. XII mezhd. nauch. konf. «Shujskaya sessiya studentov, aspirantov, pedagogov, molody`x uchyony`x» (Shuya, 04-05 iyulya 2019). – Shuya: Izd-vo IvGU. – 2019. – S. 22-24.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41329883>

21. Nikolaev V.I., Denisenko N.P., Denisenko M.D. Tip krovoobrashheniya i adaptaciya (fiziologiya i psixologiya) // Vestnik Rossijskoj voenno-medicinskoj akademii. – 2012. – T. 38, № 2. – S. 70-73.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18281821>

22. Petrova V.K., Vanyushin Yu.S. Nasosnaya funkciya serdca detej s razlichny`mi tipami krovoobrashheniya pri funkcional`ny`x nagruzkax // Fundamental`ny`e issledovaniya. – 2014. – № 9-1. – S. 86-89;

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21773131>

23. Ponomaryova T.A. Srochnaya adaptaciya sistemy` krovoobrashheniya detej mladshego shkol`nogo vozrasta k rabote na komp`yutere: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – M., 2005. – 20 s.

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

25. Protopopova, S.V. Analiz primeneniya gadzhetov studentami v obrazovatel`nom processe [E`lektronny`j resurs] / S.V. Protopopova, T.A. Makarenko // Nauchno-metodicheskij e`lektronny`j zhurnal «Koncept». – 2017. – T. 32. – S. 264-267.

URL: <http://e-koncept.ru/2017/771077.htm>

26. Sikorskij A.V. Tipologicheskie svoystva sistemnogo krovoobrashheniya u detej v klinoortostaze // Zhurnal GGMU. – 2005. – T. 11, № 3. – S. 93-96.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19091735>

27. Skoblina, N.A. Mesto gadzhetov v obraze zhizni sovremenny`x shkol`nikov i studentov / N.A. Skoblina [i dr.] // Zdorov`e naseleniya i sreda obitaniya. – 2017. – № 7 (292). – S. 41-44.

28. Skorobogatova, E. A. Vliyanie mobil`nogo ustrojstva na zdorov`e shkol`nika / E. A. Skorobogatova // Zdorov`e -osnova chelovech. potentsiala: problemy` i puti ix resheniya. – 2016. – T. 11, № 1. – S. 251-252.

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

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

30. Soldatova G.U., Teslavskaya O.I. Osobennosti ispol`zovaniya cifrovyy`x texnologij v sem`yax s det`mi doshkol`nogo i mladshhego shkol`nogo vozrasta // Nacional`ny`j psixologicheskij zhurnal. – 2019. – T. 36, № 4. – S. 12-27.

DOI: <http://npsyj.ru/articles/detail.php?article=8259>

31. Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Laponova E.D., Lashneva I.P. Komp`yuternaya zanyatost` kak faktor riska narusheniya zdorov`ya mladshix shkol`nikov // Rossijskij pediatricheskij zhurnal. – 2013. – № 3. – S. 43-47.

32. Tatarinchik A. A. Gigienicheskaya ocenka vliyaniya ispol`zovaniya informacionno-kommunikacionny`x texnologij starshimi shkol`nikami i studentami na formirovaniya otklonenij v fizicheskom razvitii: avtoref. diss. ... kand. med. nauk. – Moskva, 2019. – 25 s.

33. Turovskij Ya. A., Borzunov S. V., Vaxtin A. A., Alekseev A. V., Mamaev A. V. Variabel`nost` serdechnogo ritma v xode obucheniya pol`zovatelej primeneniyu interfejsov chelovek-komp`yuter // Vestnik VGU, seriya: ximiya. Biologiya. Farmaciya, – 2018. – № 2. S. 255-262.

34. Fajraxonova M. R., Fajraxonov M. R., Efimova N. S. Vliyanie smartfonov na funkcii zreniya -Tekst: neposredstvenny`j, e`lektronny`j // Yuny`j ucheny`j. – 2017. – № 5 (14). – S. 117-121.

URL: <https://moluch.ru/young/archive/14/1070>

35. Fyodorov B.M. Stress: kardiologicheskie aspekty`// Fiziologiya cheloveka. – 1997. – T. 23, № 2. – S. 89-99.

36. Fomina E.V., Olenko E.S., Kodochigova A.I., Sitnikova K.V. Fiziologicheskie osobennosti central`noj gemodinamiki molody`x muzhchin v pokoe i pri fizicheskoj aktivnosti // Psixosomaticheskie i integrativny`e issledovaniya. – 2019. – T. 5, № 1: 0104.

URL: [http://pssr.pro/files/pdf/pssr % 202019 % 200104 % 20Fomina.pdf](http://pssr.pro/files/pdf/pssr%202019%200104%20Fomina.pdf)

37. Chomaeva M.N. Komp`yuter kak faktor vrednogo vozdejstviya na zdorov`e cheloveka /International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2020. – Vol. 7-2 46.



38. Chuprov A.D., Voronina A.E., Petrosyan E.A. Profilaktika snizheniya zreniya shkol'nikov mladshogo vozrasta // Vestnik on-line Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2018. – April', № 4 (216). – S. 95-100.

DOI: 10.25198/1814-6457-216-95

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

40. Shly`k N.I. Upravlenie trenirovochny`m processom sportsmenov s uchetom individual'ny`x charakteristik variabel`nosti ritma serdca // Fiziologiya cheloveka. – 2016. – tom 42, № 6. – S. 1-10.

41. Yumatov E.A. Pryamaya registraciya sub`ektivnogo sostoyaniya cheloveka // Vestnik novy`x medicinskix texnologij. – 2010.

42. Yashhenko S.G., Ry`balko S.Yu. Vliyanie e`lektromagnitnoj e`kspozicii ot sredstv informacionno-kommunikacionny`x texnologij na cheloveka. // Gigiena i sanitariya. – 2018. – № 97(11). – S. 1053-1057.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1053-57>

## 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 26.09.2020.  
Усл. п. л. 9,5. Тираж 500 экз.  
Отпечатано ИП Скороходов В.А.  
111401, г. Москва, ул. 3-я Владимирская, 11-18