

Улучшение показателей адаптации школьников к физическим нагрузкам при использовании индивидуального подхода с учетом типов вегетативной регуляции

В.В. Горелик^{1,*}, С.Н. Филиппова², Н.Н. Назаренко¹

¹ ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти, Россия

² ГАОУ ВО «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель: физиологическое обоснование индивидуализации подбора физических нагрузок на основе учета различий функционального состояния школьников, имеющих различные типы вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Методы: обследовали 60 школьников в возрасте 12 лет. Экспериментальную группу составили школьники, которые занимались физическими упражнениями в течение 6 месяцев по разработанной индивидуально-типологической программе. Учащиеся контрольной группы занимались по школьной программе. Оценку функционального состояния проводили методом «Экспресс-оценка физического здоровья школьников» и методом диагностики показателей вариабельности сердечного ритма.

Результаты: В начале обследования показатели в экспериментальной и контрольной группах определялись особенностями 4 типов вегетативной регуляции: I, II, III, IV. Из них I и II соответствовали преобладанию симпатико-тонических дестабилизирующих влияний на сердечно-сосудистую систему, у IV преобладали парасимпатические влияния, проявляющиеся в астенизации функционального состояния учащихся. Тогда как III тип относится к физиологической норме и проявлялся в форме баланса регуляторных влияний отделов вегетативной нервной системы.

Выводы: на контрольном обследовании показатели адаптации и здоровья у всех типов школьников улучшились, тогда как в контрольной группе не выявлена положительная динамика показателей адаптации и здоровья. Это свидетельствует об эффективности индивидуально-типологически ориентированных занятий на уроке физического воспитания как имеющих оздоровительное воздействие на школьников.

Ключевые слова: физическое воспитание, индивидуальный подход, физические нагрузки, типы вегетативной регуляции, вариабельность сердечного ритма, функциональные системы организма

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Горелик В.В., Филиппова С.Н., Назаренко Н.Н. Улучшение показателей адаптации школьников к физическим нагрузкам при использовании индивидуального подхода с учетом типов вегетативной регуляции. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2022;12(4):29–39. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.4.9>

Поступила в редакцию: 11.07.2022

Принята к публикации: 10.12.2022

Online first: 12.01.2023

Опубликована: 01.02.2023

* Автор, ответственный за переписку

Improving the indicators of schoolchildren's adaptation to physical activity using an individual approach, taking into account the types of vegetative regulation

Victor V. Gorelik^{1,*}, Svetlana N. Filippova², Natalya N. Nazarenko¹

¹Tolyatti State University, Tolyatti, Russia

²Moscow State University of Sports and Tourism, Moscow, Russia

ABSTRACT

Purpose: physiological substantiation of the physical activity selection based on the differences in the functional state of schoolchildren with different types of cardiovascular system autonomic regulation.

Methods: 60 schoolchildren, 12 years old, were examined. The experimental group consisted of schoolchildren who were engaged in physical exercises for 6 months according to the developed individual typological program. Students in the control group followed the school program. The assessment of the functional state was carried out by the method of "Express assessment of the physical health of schoolchildren" and the method of diagnosing indicators of heart rate variability.

Results: at the beginning of the survey, the indicators in the experimental group and the control group were determined by the characteristics of 4 types of autonomic regulation: I, II, III, IV. Of these, I, II corresponded to the predominance of sympathetic-tonic destabilizing influences on the cardiovascular system, in IV parasympathetic influences prevailed, manifested in the asthenia of the functional state of students. Whereas type III refers to the physiological norm and manifested itself in the form of a balance of regulatory influences of the parts of the autonomic nervous system.

Conclusions: at the control examination, the indicators of adaptation and health improved in all types of schoolchildren, while in the control group there was no positive dynamics of indicators of adaptation and health. This testifies to the effectiveness of individually typologically oriented classes at a physical education lesson as having a health-improving effect on schoolchildren.

Keywords: physical education, individual approach, physical activity, types of autonomic regulation, heart rate variability, functional systems of the body

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Gorelik V.V., Filippova S.N., Nazarenko N.N. Improving the indicators of schoolchildren's adaptation to physical activity using an individual approach, taking into account the types of vegetative regulation. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2022;12(4):29–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.4.9>

Received: 11 July 2022

Accepted: 10 December 2022

Onlinefirst: 12 January 2023

Published: 1 February 2023

*Corresponding author

1. Введение

Здоровье подрастающего поколения является одной из важнейших проблем XXI века. Повышенное внимание ученых и педагогов к здоровью детей объясняется ухудшением демографической ситуации в РФ [1, 2].

В процессе онтогенеза в системе регуляции сердечного ритма наблюдаются индивидуальные особенности формирования тонуса ВНС, его неустойчивость на фоне возрастных особенностей растущего организма и адаптации к различным внешним воздействиям. При установлении причин неоднородности и неустойчивости нейрогуморальной регуляции сердечного ритма у детей и подростков исследователи указывают на многофакторность этого явления: конституционно-генетический дисбаланс механизмов регуляции физиологических функций; критические периоды функционального созревания ВНС в онтогенезе, вызывающие напряжение приспособительных механизмов [3, 4, 5, 19, 20]. В работах [19] определены 4 типа регуляции, отличающиеся различными соотношениями взаимодействий между

симпатическими и парасимпатическими отделами ВНС структурами коры головного мозга и подкорковых областей. По мнению Н.И. Шлык, тип вегетативной регуляции является генетически детерминированным и сохраняется у 82 % детей, а преобладание симпатической регуляции сердечного ритма в детском возрасте не должно считаться физиологической нормой [6, 7].

По данным [8, 9], индивидуально-типологическая вегетативная регуляция у детей 10–15 лет сопряжена со специфической конфигурацией гипоталамо-гипофизарных регуляторных гормонов и гормонов эндокринной системы организма, которые отражают уровень адаптационно-компенсаторных ресурсов детского организма [10, 11, 17, 18, 22, 23].

В процессе учебной деятельности, включающей умственную нагрузку на занятиях учебными предметами и физическую нагрузку на уроках физической культуры (ФК) различного характера, происходит комплексное влияние средовых факторов на нервные и эндокринные механизмы регуляции физиологических функций.

Нейрогуморальные сдвиги, возникающие у детей в процессе адаптации к физическим нагрузкам, во многом отличаются от таковых у взрослых, поскольку они обеспечивают сложные процессы роста и развития детского организма [12, 14, 21].

2. Методы исследования

Автоматизированная компьютерная программа (АКП) «Экспресс-оценка физического здоровья (ФЗ) школьников»

Для экспресс-оценки физического развития (ФР), здоровья, состояния функциональных систем организма и их отклонений от нормы в программе используются известные двигательные индексы: Кетле (ИК), Робинсона (ИР), Скибинского (ИС), Шаповаловой (ИШ), Руфье (ИРуф). Для получения результатов вычисления АКП индексов физического развития (ФР) и здоровья у школьников измерялись функциональные показатели, проводились двигательные тесты [13].

Программно-аппаратный комплекс «Варикард 2.51»

Анализ показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) проводили на основе регистрации ЭКГ аппаратно-программным комплексом «Варикард 2.51», позволяющим вычислять до 40 различных параметров функционального состояния организма, рекомендуемых как российскими, так и европейско-американскими стандартами в области кардиологических исследований [15].

Организация исследований

Распределение в группах

В начале исследования были определены двигательные способности учащихся, при сборе общего анамнеза учитывались социальное положение, образ жизни, занятия физической культурой, спортом, режим труда, отдыха, сведения о состоянии здоровья, показатели функционального состояния, ВНС, ЦНС, пространственно-временные свойства. Кроме того, получение травм вследствие занятий физической культурой, спортом и возможность возобновления занятий.

Обследовали 60 школьников 6-х классов возраста 12 лет, из которых сформировали две группы по 30 учащихся в каждой, которых включили в экспериментальную (ЭГ) и контрольную группу (КГ), близкие по показателям функционального состояния и уровню физического развития. Измерения проводили в утренние часы, выделяя контрольный этап начального обследования, формирующий этап, в течение которого школьники ЭГ занимались в течение 6 месяцев (октябрь 2019 г. — апрель 2020 г., продолжительность занятий 45 мин) по разработанной индивидуально-типологической программе. Учащиеся КГ занимались по школьной программе. Обследование проводилось как в начале исследования для ЭГ и КГ, так и в конце исследования, при получении финальных результатов исследования.

После завершения периода занятий проводилось итоговое (контрольное) обследование в условиях и с использованием методов, аналогичных начальному обследованию.

Математико-статистический анализ

Обработку результатов проводили с помощью статистической программы SPSS версии 17.0. для Windows. Использовали методы сравнения средних по t -критерию Стьюдента для парных выборок.

3. Результаты

Формирующие индивидуально-типологические программы физических нагрузок на уроках ФК

На основе физиологических исследований типов ВСР и определения двигательных индексов были разработаны для ЭГ формирующие индивидуально-типологические программы занятий на уроках ФК, в которых физические нагрузки и виды упражнений подбирались с учетом типа вегетативной регуляции (ТВР) функциями сердечно-сосудистой системы. Программы имели развивающую и оздоровительную направленность. Содержание программ представлено в таблице 1.

Физиологическое обоснование выбора типологически ориентированных упражнений на уроках физического воспитания для учащихся с I, II и IV типами вегетативной регуляции.

Обучающимся в ЭГ с I, II и IV типами вегетативной регуляции были предложены типологически ориентированные корректирующие физические упражнения в отличие от школьников ГС, которые занимались по школьной учебной программе на основе используемых в РФ Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) физического воспитания.

I тип вегетативной регуляции функций сердечно-сосудистой системы (ССС). Для обучающихся с I типом вегетативной регуляции, у которых умеренно повышен уровень активности симпатического отдела ВНС, были подобраны упражнения, направленные на повышение физической подготовленности и тренированности с дозированной физической нагрузкой. При этом наблюдалось снижение симпатической активности, возрастала сбалансированность ЦНС, оптимизировалось влияние на функциональные системы организма при систематически тренирующих физических воздействиях.

II тип вегетативной регуляции функций ССС. Для детей периода второго детства и подростков, имеющих II тип вегетативной регуляции, у которых значительно выражена симпатикотония, предлагались упражнения с использованием метода стретчинга для растяжения связок и мышц, повышения гибкости тела. Этот метод способствует снижению мышечного тонуса, расслаблению, улучшению трофики за счет усиления кровообращения в мышцах. Влияние стретчинга

на ЦНС проявляется в снижении симпатической активности и регуляции процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга для достижения сбалансированности состояния ЦНС.

III тип вегетативной регуляции функций ССС. Дети периода второго детства и подростки, имеющие умеренное преобладание автономной регуляции с III типом вегетативной регуляции, адаптируются к физическим нагрузкам за счет напряжения центральных структур регуляции, при этом значительно и достоверно возрастают значения АМо50 — условного показателя активности симпатического звена регуляции, SI — индекса напряжения, соответственно, уменьшаются показатели суммарной мощности спектра ВСР (TP — суммарная мощность спектра ВСР, HF — значение суммарной мощности спектра высокочастотного компонента ВСР, LF — значение суммарной мощности спектра низкочастотного компонента ВСР и VLF — Значение суммарной мощности спектра очень низкочастотного компонента ВСР волн). Эти данные свидетельствуют о наиболее оптимальном взаимодействии между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и центральными структурами в процессе регуляции сердечного ритма. Это состояние организма можно принять за *физиологическую норму* функционального состояния регуляторных систем, отражающих высокие адаптационные возможности организма. Они занимались по учебной школьной программе.

IV тип вегетативной регуляции функций ССС. Для обучающихся с IV типом вегетативной регуляции, у которых значительно преобладают парасимпатические влияния на ССС, были предложены подвижные игры, эстафеты, упражнения аэробного характера с умеренной интенсивностью, влияющие на нормализацию кровотока, развитие адаптационных реакций организма детей, снижение преобладания активности парасимпатического отдела ВНС

При выборе объема и интенсивности физической нагрузки на уроках физической культуры, используемой как формирующее воздействие на физическое развитие школьников, существенное значение имеет продолжительность интервала двигательной активности и отдыха между повторными нагрузками. Учет типа энергообеспечения позволил *управлять* выполнением двигательных заданий обучающимися с разным типом вегетативной регуляции с необходимой продолжительностью, интервалом отдыха и количеством повторений на занятии.

Изменение индекса здоровья обучающихся при физической адаптации в зависимости от индивидуально-типологического статуса

На рисунках 1, 2 представлена круговая диаграмма с показателей ВСР у школьников с разными типами вегетативной регуляции (ТВР) в ЭГ на начальном и конечном этапах исследования. Школьники ЭГ занимались

на формирующем этапе исследования по индивидуально-групповым программам, составленным с учетом типа ВР, которые определяли по функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы. Разделение учащихся на группы по типам ВР полностью соответствует классификации Н.И. Шлык и включает 4 типа регуляции, имеющих отличительные признаки управления функциями кардиосистемы школьников. На рисунках 1, 2 представлена круговая диаграмма измеренных показателей ВСР у школьников с I–IV типами ВР кардиосистемы в ЭГ на начальном (рис. 1) и конечном (рис. 2) этапах обследования детей.

Использование физиологически обоснованной нагрузки на уроках физической культуры с учетом типов вегетативной регуляции обеспечивает улучшение регуляции физиологических показателей и приближение к оптимальным значениям *физиологической нормы* у школьников ЭГ показателей ВСР (рис. 2).

На рисунках 3, 4 представлена круговая диаграмма показателей ВСР по типам вегетативной регуляции в КГ на начальном и конечном этапах исследования.

В КГ на конечном этапе исследования (рис. 4) в сравнении с началом эксперимента (рис. 3) не наблюдается стабилизация показателей ВСР. Это свидетельствует о необходимости применения специально подобранных физкультурно-оздоровительных программ и коррекционных физических упражнений, какие использовались в ЭГ, на уроках физической культуры, проводимых с учащимися КГ в соответствии с действующими в РФ учебными стандартами. В таблицах 1, 2 представлено распределение показателей индексов здоровья у обучающихся с I, II, III, IV типами ВСР на начальном и конечном этапах исследования в ЭГ.

У обучающихся с III типом вегетативной регуляции показатели интегральных индексов физического развития и здоровья имеют оптимальные значения (находятся в оптимальной сфере) статоксезиограммы в отличие от обучающихся с I, II, IV типами вегетативной регуляции. Индексы здоровья Робинсона, Скибинского, Шаповаловой, Руфье и Кетле имеют значения, соответствующие оптимальным. Результаты можно считать оптимальными, поскольку у обучающихся с III типом вегетативной регуляции наблюдаются значения интегральных индексов, относящиеся к норме (табл. 1, 2, 3, 4).

У обучающихся с III типом вегетативной регуляции наблюдается наименьший разброс показателей ВСР. Минимизация ВСР может свидетельствовать о функциональной стабильности и достаточных адаптационных резервах, устойчивости интегративных механизмов кардиореспираторной системы к внешним воздействиям в виде двигательных нагрузок на уроках физической культуры. Показатели ИЗ в ЭГ на начальном этапе исследования имели значительные отклонения от значений нормы и наибольший разброс значений в рассматриваемых типах вегетативной регуляции I, II,

Модель евклидова расстояния кардиореспираторных показателей ЭГ в начале исследования

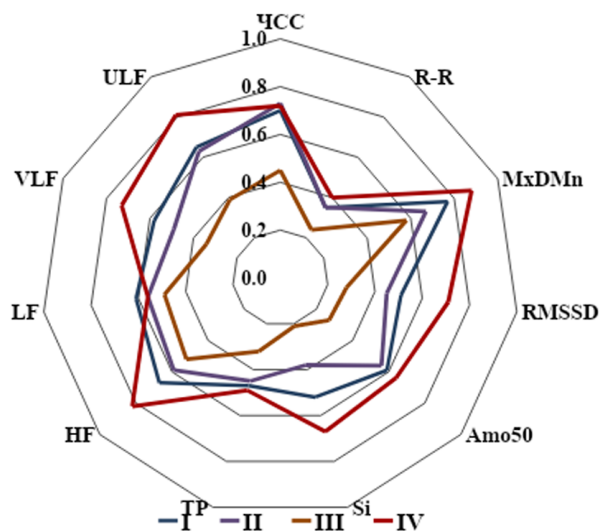


Рис. 1. Распределение показателей ВСР по типам вегетативной регуляции в ЭГ на начальном этапе исследования
Fig. 1. Distribution of heart rate variability indicators by types of autonomic regulation in the experimental group at the initial stage of the study

Модель евклидова расстояния кардиореспираторных показателей ЭГ в конце исследования

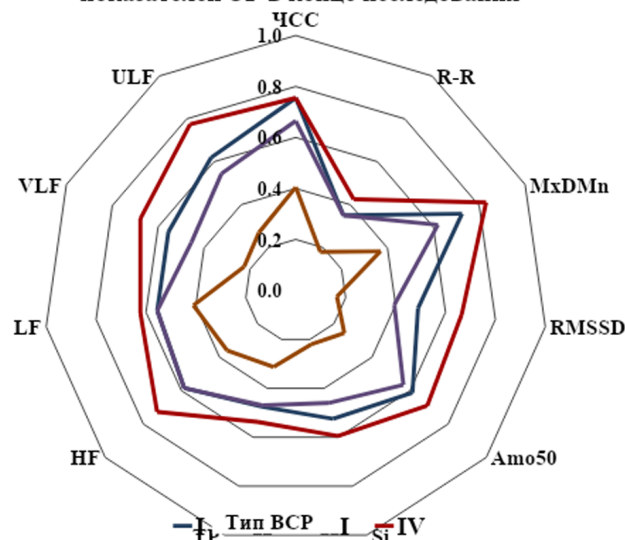


Рис. 2. Распределение показателей ВСР по типам вегетативной регуляции в ЭГ на конечном этапе исследования
Fig. 2. Distribution of heart rate variability indicators by types of autonomic regulation in the experimental group at the final stage of the study

Модель евклидова расстояния кардиореспираторных показателей КГ в начале исследования

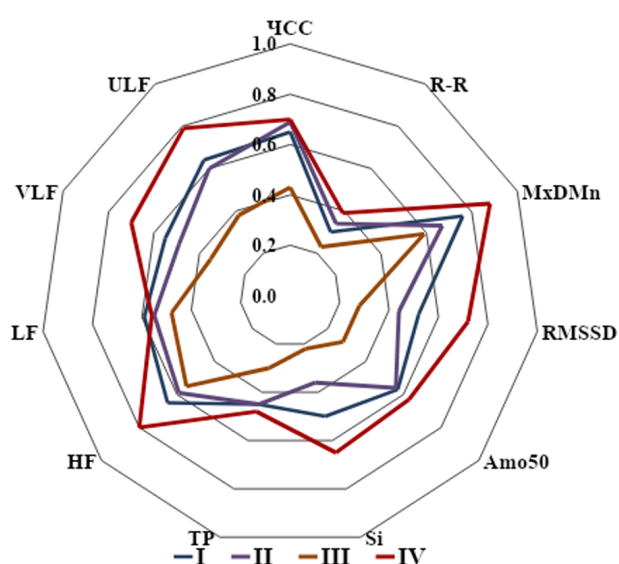


Рис. 3. Распределение показателей ВСР по типам вегетативной регуляции в КГ на начальном этапе исследования
Fig. 3. Distribution of heart rate variability indicators by types of autonomic regulation in the control group at the initial stage of the study

Модель евклидова расстояния кардиореспираторных показателей КГ в конце исследования

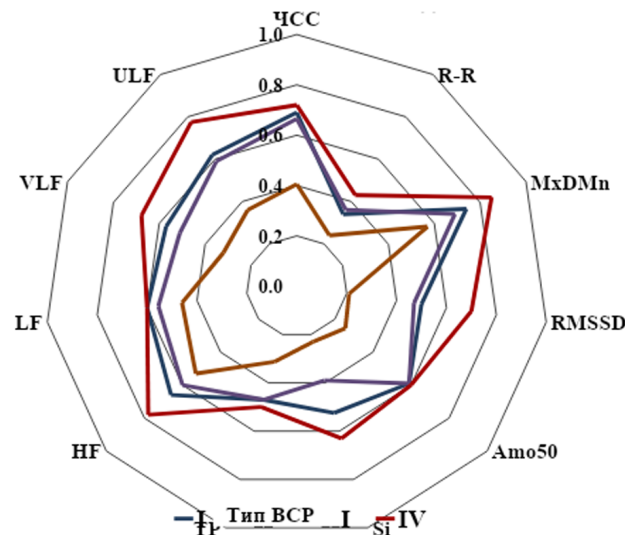


Рис. 4. Распределение показателей ВСР по типам вегетативной регуляции в КГ на конечном этапе исследования
Fig. 4. Distribution of heart rate variability indicators by types of autonomic regulation in the control group at the final stage of the study

Таблица 1

Расчет показателей конфигурации производного стимула по типам вегетативной регуляции и индексам здоровья в начале исследования в ЭГ

Table 1

Calculation of the derivative stimulus configuration indicators of by types of autonomic regulation and health indices at the beginning of the study in the experimental group

В начале исследования	I	II	III	IV
Индекс Руфье	0,65	0,72	0,60	0,73
Индекс Робинсона	0,69	0,68	0,44	0,61
Индекс Кетле	0,65	0,39	0,42	0,64
Индекс Скибинского	0,71	0,71	0,53	0,70
Индекс Шаповаловой	0,71	0,62	0,57	0,62

Таблица 3

Расчет показателей конфигурации производного стимула по типам вегетативной регуляции и индексам здоровья в начале исследования в КГ

Table 3

Calculation of the derivative stimulus configuration indicators of by types of autonomic regulation and health indices at the beginning of the study in the control group

В начале исследования	I	II	III	IV
Индекс Руфье	0,63	0,71	0,59	0,71
Индекс Робинсона	0,71	0,72	0,44	0,62
Индекс Кетле	0,64	0,38	0,43	0,64
Индекс Скибинского	0,69	0,73	0,52	0,71
Ин Шаповаловой	0,71	0,62	0,60	0,65

IV. На конечном этапе исследования уменьшился разброс показателей индексов здоровья (ИЗ) в ЭГ, что свидетельствует о сбалансированности систем адаптации и их устойчивости вследствие применения типологически ориентированной нагрузки.

В таблицах 3, 4 представлено распределение показателей индексов здоровья у школьников КГ с I, II, III, IV типами ВСР на начальном и конечном этапах исследования.

Важно отметить, что на конечном этапе исследования в КГ индексы здоровья Робинсона, Скибинского, Шаповаловой, Руфье и Кетле имеют отклонения от значений *физиологической нормы* и наибольший разброс показателей в рассматриваемых типах вегетативной регуляции I, II, IV, что свидетельствует о несбалансированности систем адаптации и их неустойчивости в регуляции ЦНС в сравнении с ЭГ.

Рассмотрение изменений индексов здоровья обучающихся в зависимости от индивидуально-типологического статуса показывает, что вариабельность

Таблица 2

Расчет показателей конфигурации производного стимула по типам вегетативной регуляции и индексам здоровья в конце исследования в ЭГ

Table 2

Calculation of the derivative stimulus configuration indicators of by types of autonomic regulation and health indices at the final stage of the study in the experimental group

В конце исследования	I	II	III	IV
Индекс Руфье	0,59	0,62	0,56	0,65
Индекс Робинсона	0,64	0,62	0,44	0,66
Индекс Кетле	0,63	0,45	0,43	0,60
Индекс Скибинского	0,57	0,60	0,57	0,62
Индекс Шаповаловой	0,67	0,63	0,51	0,67

Таблица 4

Расчет показателей конфигурации производного стимула по типам вегетативной регуляции и индексам здоровья в конце исследования в КГ

Table 4

Calculation of the derivative stimulus configuration indicators of by types of autonomic regulation and health indices at the final stage of the study in the control group

В конце исследования	I	II	III	IV
Индекс Руфье	0,65	0,70	0,60	0,72
Индекс Робинсона	0,70	0,69	0,45	0,63
Индекс Кетле	0,68	0,38	0,43	0,66
Индекс Скибинского	0,70	0,70	0,50	0,70
Индекс Шаповаловой	0,72	0,64	0,61	0,68

и значения индексов здоровья в группе детей с III типом ВСР под действием физиологически обоснованной двигательной нагрузки стабилизировались, их разброс уменьшился. Выраженную положительную динамику показали индексы Шаповаловой (скоростно-силовая выносливость мышц спины и живота) и Руфье (реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку). Разброс индексов от значений нормы в группах I, II, IV типов умеренно уменьшился в ЭГ. Эти данные свидетельствуют о снижении толерантности к двигательной нагрузке, особенно выраженной у обучающихся с IV типом регуляции кардиосистемы.

Следовательно, тип вегетативной регуляции является важнейшим физиологическим показателем, определяющим функционирование организма человека. Формирование **типа регуляции** как фенотипического признака осуществляется под влиянием средовых факторов, в том числе двигательной активности. Индивидуально-типологические характеристики зависят также от состояния нервной, сердечно-сосудистой,

Таблица 5

Показатели ВСР у мальчиков периода второго детства (12 лет) в конце исследования в ЭГ и КГ ($M \pm m$)

Table 5

Indicators of heart rate variability in boys of the period of the second childhood (12 years old) at the end of the study ($M \pm m$)

		ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	Амо 50 %/50, мс	SI, усл. ед.
I тип	ЭГ	90,4*	664,8*	249,9*	37,1	47,2*	139,3*
		$\pm 1,2$	$\pm 21,6$	$\pm 12,4$	$\pm 1,8$	$\pm 1,2$	$\pm 12,4$
	КГ	92,1	642,35	221,1	34,8	52,8	153,5
		0,9	23,2	11,4	0,9	1,8	10,8
II тип	ЭГ	91,8*	629,4*	225,6	32,8*	63,1**	160,2*
		1,04	11,5	7,9	1,1	1,2	11,3
	КГ	93,42	611,1	212,5	27	67,3	233
		$\pm 0,75$	$\pm 22,1$	$\pm 9,1$	$\pm 1,3$	$\pm 0,7$	$\pm 53,4$
III тип	ЭГ	83,4*	803,9*	338,9*	64,3*	30,9**	64,6*
		$\pm 1,4$	$\pm 24,2$	$\pm 13,3$	$\pm 1,9$	$\pm 0,9$	$\pm 2,2$
	КГ	86,9	766,6	313,8	61,9	33,4	69,3
		$\pm 0,6$	$\pm 6,8$	$\pm 14,1$	$\pm 1,3$	$\pm 0,75$	$\pm 2,5$
IV тип	ЭГ	68,1*	868,2*	527,2*	120,4*	22,4	14,9
		$\pm 1,5$	$\pm 9,5$	$\pm 14,04$	$\pm 6,9$	$\pm 0,7$	$\pm 1,9$
	КГ	75,4	838,6	481,9	123,7	18,2	13,1
		$\pm 1,5$	$\pm 11,08$	$\pm 9,8$	$\pm 8,66$	$\pm 0,8$	$\pm 1,16$

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$.

Note: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$.

дыхательной и других функциональных систем организма детей, которые изменяются в онтогенезе под влиянием физической деятельности.

В таблице 6 приведены показатели ВСР у школьников возраста второго детства в конце исследования в ЭГ и КГ ($M \pm m$).

Оптимальное состояние регуляторных систем отмечается в ЭГ (табл. 6), после проведенных дополнительных занятий функции ЦНС сбалансированы. Можно заключить, что долговременная адаптация, выражающаяся в вегетативной сбалансированности и вестибулярной устойчивости при занятиях, обусловлена применением упражнений с учетом типов вегетативной регуляции, оптимизирующих функциональное состояние CCC, которое выступает индикатором уровня адаптационных возможностей организма школьников.

В КГ (табл. 7) наблюдаются дисбаланс вегетативной регуляции, выраженное усиление активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус, и ослабление активности симпатического сердечно-сосудистого центра, что и проявляется в пониженных, по сравнению с ЭГ, функциональных показателях обучающихся.

В дальнейшем полученные результаты позволяют рекомендовать применять более широко психофизиологическую диагностику сенсомоторного реагирования и вариабельности сердечного ритма обучающихся

для выбора наиболее эффективного пути повышения готовности к учебной деятельности и достижения толерантности (переносимости) учебных физических нагрузок, а также их индивидуально-типологического подбора в зависимости от типов вегетативной регуляции функций CCC.

Согласно исследованиям Р.М. Баевского, ВРС отражает работу механизмов регуляции целостного организма, а не только сердечно-сосудистой системы. Поэтому с помощью методики ВСР по регистрируемым отклонениям в функциях сердечно-сосудистой системы можно определить адаптацию и уровень состояния здоровья. Становится доступной оценка отклонений здоровья от состояния нормы, переход в донозологическое состояние или состояние значительного снижения активности регуляторных систем вследствие их истощения у обучающихся.

Функциональная интеграция сердечно-сосудистой и дыхательной систем в кардиореспираторную мегасистему, имеющую ведущее значение для субстратного обеспечения процессов метаболизма, энергетического обмена, детоксикации клеточных, органно-тканевых структур и функциональных систем организма, позволяет считать сердечно-сосудистую систему основным жизнеопределяющим компонентом в процессах функционирования целостного организма человека.

Таблица 6

Состояние регуляторных систем в конце исследования в ЭГ

Table 6

The state of regulatory systems at the end of the study in the experimental group

Характеристики системы регуляции сердечного ритма	Частные диагностические заключения	Оценки в баллах	Отклонения от моды
А. Суммарный эффект регуляции	Нормокардия	0	0
Б. Функции автоматизма	Нарушение ритма не выявлено	0	0
В. Вегетативный гомеостаз	Равновесие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы	0	0
Г. Вазомоторный (сосудистый) центр	Нормальная активность подкоркового сердечно-сосудистого центра	0	-1
Д. Симпатический сердечно-сосудистый ПНЦ	Выраженное ослабление активности симпатического сердечно-сосудистого центра	-2	-1
Показатель активности регуляторных систем ПАРС+ (IRSA+): 2 (-2+0)			НТИ: 2

Таблица 7

Состояние регуляторных систем в конце исследования в КГ

Table 7

The state of regulatory systems at the end of the study in the control group

Характеристики системы регуляции сердечного ритма	Частные диагностические заключения	Оценки в баллах	Отклонения от моды
А. Суммарный эффект регуляции	Выраженная брадикардия	-2	-2
Б. Функции автоматизма	Выраженная аритмия	-2	-2
В. Вегетативный гомеостаз	Выраженное преобладание парасимпатической нервной системы	-2	-2
Г. Вазомоторный (сосудистый) центр	Нормальная активность подкоркового сердечно-сосудистого центра	0	0
Д. Симпатический сердечно-сосудистый ПНЦ	Выраженное ослабление активности симпатического сердечно-сосудистого центра	-2	-1
Показатель активности регуляторных систем ПАРС+ (IRSA+): 8 (-8+0)			НТИ: 7

В нашем исследовании мы получили подтверждение этих ранее установленных результатов (Р.М. Баевский, Ю.Н. Семенов). В проведенном исследовании показано, что при использовании типологически ориентированных упражнений наблюдаются установление равновесия симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, нормализация активности подкоркового сердечно-сосудистого центра, выраженное ослабление активности симпатического сердечно-сосудистого центра.

4. Выводы

У обучающихся с III ТВР показатели ВСР и интегральных индексов физического развития и здоровья

Робинсона, Скибинского, Шаповаловой, Руфье и Кетле имеют оптимальные значения в отличие от обучающихся с I, II, IV ТВР. При использовании у I, II, IV ТВР типологически обусловленной физической нагрузки у обучающихся наблюдалось улучшение индексов здоровья, минимизация ВСР, что свидетельствует о функциональной стабильности и достаточных адаптационных резервах, устойчивости интегративных механизмов кардиореспираторной системы к нагрузкам на уроках ФВ. Комплексное применение показателей (индексов) здоровья и variability сердечного ритма позволяет разработать физиологически обоснованные программы двигательной нагрузки для применения в ОУ на уроках физического воспитания.

Вклад авторов:

Горелик Виктор Владимирович — дизайн статьи, статистическая обработка данных, написание текста статьи.

Филиппова Светлана Николаевна — написание текста статьи, научное редактирование, теоретическая переработка статьи.

Назаренко Наталья Нефедовна — дизайн статьи.

Литература

1. Агаджанян Н.А., Цатурян Л.Д., Кувандыкова Р.Х. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма, показателей периферической крови и гормонального профиля у подростков Ставропольского края: этнофизиологический аспект. Экология человека. 2015;(8):26–31. <https://doi.org/10.17816/humeco17005>
2. Баевский Р.М. Физиологическая норма и концепция здоровья. Российский физиологический журнал. 2003;89(4):473–489.
3. Бочарова И.А., Агеева Е.С. Адаптация сердечно-сосудистой системы к регулярным физическим нагрузкам. Вестник Хакасского гос. ун-та им. Н.Ф. Катанова. 2015;(12):24–26.
4. Ушаков А.С., Кleshchenko Н.Е., Ненасева А.В., Астахов С.И., Рябина К.Е. Вариабельность сердечного ритма в процессе учебной деятельности у практически здоровых школьников, не занимающихся спортом. Теория и практика физической культуры. 2016;(3):20–22.
5. Рябова И.В., Филиппова С.Н., Алексеева С.И., Соболевская Т.А., Черногоров Д.Н. Влияние учебных нагрузок на адаптацию и состояние регуляторных систем организма младших школьников. Человек. Спорт. Медицина. 2021;20(4):55–61. <https://doi.org/10.14529/hsm200406>
6. Демидов В.А., Мавлиев Ф.А., Соснов Н.В. Медленноволновые характеристики вариабельности показателей кардиогемодинамики у лиц юношеского возраста. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2012;28:36–39.
7. Добрин А.В. Особенности вариабельности кардиоритма как показатель адекватности двигательного режима в процессе занятий физической культурой детей 7–8 лет. Теория и практика физической культуры. 2018;(8):28–30.
8. Ключников С.О., Гнетнева Е.С. Вегетативные изменения и их коррекция у детей. Вопросы практической педиатрии. 2009;4(4):82–87.
9. Коломиец О.И., Быков Е.В. Вариабельность сердечного ритма при адаптации к физическим нагрузкам различной направленности. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014;(12):98–103.
10. Криволапчук И.А. Эффективность использования физических упражнений для оптимизации функционального состояния детей на этапах количественных и качественных преобразований в деятельности физиологических систем. Физиология развития человека: материалы международной конференции, секция 4 (г. Москва, 22–24 июня 2009 г.). Москва: Вердана; 2009, с. 50–51.
11. Никулина А.В., Козлов В.А., Шуканов А.А. Изменчивость вариабельности сердечного ритма как отражение реализации физиологических механизмов адаптации организма. Человек. Спорт. Медицина. 2017;17(4):14–20. <https://doi.org/10.14529/hsm170402>

Authors' contributions:

Victor V. Gorelik — study design, statistical data processing, article text writing.

Svetlana N. Filippova — article text writing, scientific editing, theoretical revision of the article.

Natalya N. Nazarenko — study design.

References

1. Agadzhanian N.A., Tsaturian L.D., Kuvandykova R.H. Features of Vegetative Regulation of Heart Rhythm, Peripheral Blood and Hormonal Profile in Adolescents of Stavropol Region: Ethnophysiological Aspects. Ekologiya cheloveka = Human Ecology. 2015;22(8):26–31 (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/humeco17005>
2. Baevskii R.M. Concept of Physiological Norm and Criteria of Health. Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal = Russian Journal of Physiology. 2003;89(4):473–489 (In Russ.).
3. Bocharova I.A., Ageyeva E.S. Adaptation of Cardiovascular System to Regular Exercise. Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova. 2015;(12):24–26 (In Russ.).
4. Ushakov A.S., Kleshchenkova N.E., Nenashcheva A.V., Astakhov S.I., Ryabina K.E. Heart Rate Variability in Learning Process in Healthy Schoolgirls Not Doing Sports. Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury = Theory and Practice of Physical Culture. 2016;(3):20–22 (In Russ.).
5. Ryabova I.V., Philippova S.N., Alekseeva S.I., Sobolevskaya T.A., Chernogorov D.N. Adaptation and Regulatory Systems in Primary Schoolchildren. Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine. 2021;20(4):55–61 (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm200406>
6. Demidov V.A., Mavliyev F.A., Sosnov N.V. Медленноволновые характеристики вариабельности показателей кардиогемодинамики у лиц юношеского возраста. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdavookhranenie, fizicheskaya kul'tura = Bulletin of the South Ural State University. Series "Education, health care, physical education". 2012;28:36–39 (In Russ.).
7. Dobrin A.V. Heart Rate Variability Data to Rate 7-8 Year-Olds' Physical Education Process Efficiency. Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury = Theory and Practice of Physical Culture. 2018;(8):28–30 (In Russ.).
8. Klyuchnikov S.O., Gnetneva E.S. Vegetative changes and their correction in children. Voprosy prakticheskoi pediatrii = Clinical Practice in Pediatrics. 2009;4(4):82–87 (In Russ.).
9. Kolomiyets O.I., Bykov E.V. Heart rate variability during adaptation to physical activity of different profile. Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. 2014;(12):98–103 (In Russ.).
10. Krivolapchuk I.A. The effectiveness of the use of physical exercises to optimize the functional state of children at the stages of quantitative and qualitative transformations in the activity of physiological systems. Physiology of human development: materials of the international conference, section 4 (Moscow, June 22–24, 2009). Moscow: Verdana Publ.; 2009, p. 50–51 (In Russ.).
11. Nikulina A.V., Kozlov V.A., Shukanov A.A. Changes in Heart Rate Variability as a Reflection of Implemented Physiological Mechanisms of Adaptation. Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine. 2017;17(4):14–20 (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm170402>

12. Шибкова Д.З., Байгузин П.А., Эрлих В.В., Батуева А.Э., Сабирьянова Е.С. Отбор и медико-биологическое сопровождение одаренных обучающихся, реализующих образовательную и спортивную деятельность. *Science for Education Today*. 2020;10(5):196–210. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2005.11>
13. Поляков С.Д., Хрущев С.В., Соболев А.М. Компьютерные технологии мониторинга физического здоровья школьников. *Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации*. 2004;(4):4–8.
14. Крылова А.В., Ситдилов Ф.Г., Аникина Т.А., Зверев А.А. Реакция симпатoadренальной системы мальчиков на дозированную физическую нагрузку. *Наука и спорт: современные тенденции*. 2019;22(1):60–66.
15. Семенов Ю.Н. Комплекс для переработки кардиоинтервалов и анализа вариабельности сердечного ритма «Варикард 2.51»: руководство к эксплуатации. Рязань: Рамена; 2014.
16. Синяк Е.Д. Влияние урока физической культуры на вариабельность сердечного ритма у детей младшего школьного возраста в начале и в конце учебного года [диссертация]. Казань: Казанский государственный педагогический университет; 2003.
17. Григорьев О.В., Ситдилов Ф.Г., Самигулин Г.Х. Возрастные особенности недельной динамики функционального состояния организма младших школьников. *Физиология человека*. 2000;26(6):752–754. <https://doi.org/10.1023/A:1026610220635>
18. Колпаков В., Томилова Е., Стрижак Н., Кривошеков С.Г., Беспалова Т.В. Типологическая вариабельность психофизиологических особенностей младших школьников как прогностическая основа для формирования успешности в спортивной и оздоровительной деятельности. *Человек. Спорт. Медицина*. 2020;19(S2):7–17. <https://doi.org/10.14529/hsm19s201>
19. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удмуртский гос. ун-т; 2009.
20. Makivić B., Nikić M.D., Willis M.S. Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2013;16(3):103–131.
21. Plews D.J., Laursen P.B., Le Meur Y., Hausswirth C., Kilding A.E., Buchheit M. Monitoring training with heart-rate variability: How much compliance is needed for valid assessment? *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2014;9 (5):783–790. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0455>
22. Plews D.J., Laursen P.B., Kilding A.E., Buchheit M. Evaluating training adaptation with heart-rate measures: A methodological comparison. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2013;8(6):688–691. <https://doi.org/10.1123/ijspp.8.6.688>
23. Douglas J., Plews D.J., Handcock P.J., Rehrer N.J. The Beneficial Effect of Parasympathetic Reactivation on Sympathetic Drive During Simulated Rugby Sevens. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2016;11(4):480–488. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0317>
12. Shibkova D.Z., Baiguzhin P.A., Erlikh V.V., Batueva A.E., Sabiryanova E.S. Selection and biomedical support for gifted children simultaneously involved in education and sports. *Science for Education Today*. 2020;10(5):196–210. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2005.11>
13. Polyakov S.D., Khrushchev S.V., Sobolev A.M. Computer technologies for the physical health monitoring of schoolchildren. *Fizkul'tura v profilaktike, lechenii i reabilitatsii* [Physical education in prevention, treatment and rehabilitation]. 2004;(4):4–8 (In Russ.).
14. Krylova A.V., Sitdikov F.G., Anikina T.A., Zverev A.A. Response of Sympathoadrenal System of Boys to a Dosed Physical Load. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii = Science and Sport: current trends*. 2019;22(1):60–66 (In Russ.).
15. Semenov Yu.N. Complex for processing cardiointervals and heart rate variability analysis "Varicard 2.51". Ryazan: Ramena Publ.; 2014 (In Russ.).
16. Sinyak E.D. Influence of a physical culture lesson on heart rate variability in children of primary school age at the beginning and at the end of the school year [dissertation]. Kazan: Kazan State Pedagogical University; 2003 (In Russ.).
17. Grigor'eva O.V., Sitdikov F.G., Samigullin G.Kh. Age-related characteristics of weekly dynamics of the functional state of young schoolchildren. *Human Physiology*. 2000;26(6):752–754 (In Russ.). <https://doi.org/10.1023/A:1026610220635>
18. Kolpakov V., Tomilova E., Strizhak N., Krivoshchekov S., Bepalova T. Typological Variability of Psychophysiological Features in Schoolchildren for Prognosing Success in Sports and Health Enhancement Activities. *Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine*. 2020;19(S2):7–17 (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm19s201>
19. Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes. Izhevsk: Udmurt State University; 2009 (In Russ.).
20. Makivić B., Nikić M.D., Willis M.S. Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2013;16(3):103–131.
21. Plews D.J., Laursen P.B., Le Meur Y., Hausswirth C., Kilding A.E., Buchheit M. Monitoring training with heart-rate variability: How much compliance is needed for valid assessment? *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2014;9 (5):783–790. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0455>
22. Plews D.J., Laursen P.B., Kilding A.E., Buchheit M. Evaluating training adaptation with heart-rate measures: A methodological comparison. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2013;8(6):688–691. <https://doi.org/10.1123/ijspp.8.6.688>
23. Douglas J., Plews D.J., Handcock P.J., Rehrer N.J. The Beneficial Effect of Parasympathetic Reactivation on Sympathetic Drive During Simulated Rugby Sevens. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2016;11(4):480–488. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0317>

Информация об авторах:

Горелик Виктор Владимирович*, к.б.н., доцент кафедры адаптивной физической культуры, спорта и туризма, ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Россия, 445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14. ORCID: <https://0000-0001-8767-5200> (legoy@list.ru)

Филиппова Светлана Николаевна, д.б.н., профессор кафедры физиологии спорта и физического воспитания ГАОУ ВО «Московский государственный университет спорта и туризма», Россия, 117519, Москва, Кировоградская ул., 21. ORCID: <https://0000-0003-3626-63> (svetjar@mail.ru)

Назаренко Наталья Нефедовна, к.п.н., доцент кафедры адаптивной физической культуры, спорта и туризма, ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Россия, 445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14. ORCID: <https://0000-0002-9883-2088> (kredo6607@mail.ru)

Information about the authors:

Victor V. Gorelik*, Ph.D. (Biology), Associate Professor of the Department of Adaptive Physical Education, Sports and Tourism, Tolyatti State University, 14 Belorusskaya str., 445020, Samara region, Tolyatti, Russia. ORCID: <https://0000-0001-8767-5200> (lecgoy@list.ru)

Svetlana N. Filippova, D.Sc. (Biology), Professor, Moscow State University of Sports and Tourism, department physiology of sport and physical education. 21 bldg. 1 Kirovogradskaya str., 117519, Moscow, Russia ORCID: <https://0000-0003-3626-63> (svetjar@mail.ru)

Natalya N. Nazarenko, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor of the Department of Adaptive Physical Education, Sports and Tourism, Tolyatti State University, 14 Belorusskaya str., Tolyatti, Samara region, 445020, Russia. ORCID: <https://0000-0002-9883-2088> (kredo6607@mail.ru)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author