

© Team of authors, 2025 / © Коллектив авторов, 2025

3.1.10. Neurosurgery, 3.3.3. Pathological physiology / 3.1.10. Нейрохирургия, 3.3.3. Патологическая физиология

## Study of bioelectrical activity of the brain in schoolchildren aged 10–12 years with different types of vegetative regulation

V.V. Gorelik <sup>1</sup>, S.N. Filippova <sup>2</sup>, I.V. Kastyro <sup>3</sup>, N.N. Nazarenko <sup>1</sup>, E.V. Lunkova <sup>1</sup><sup>1</sup>Togliatti State University, Togliatti, Russia<sup>2</sup>Moscow State Academy of Physical Education, Moscow, Russia<sup>3</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Contacts: Igor Vladimirovich Kastyro – e-mail: ikastyro@gmail.com

## Исследование биоэлектрической активности головного мозга у школьников 10–12 лет с различными типами вегетативной регуляции

В.В. Горелик <sup>1</sup>, С.Н. Филиппова <sup>2</sup>, И.В. Кастыро <sup>3</sup>, Н.Н. Назаренко <sup>1</sup>, Е.В. Лунькова <sup>1</sup><sup>1</sup>Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия<sup>2</sup>Московская государственная академия физической культуры, Москва, Россия<sup>3</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Контакты: Кастыро Игорь Владимирович – e-mail: ikastyro@gmail.com

## 10–12岁不同植物神经调节类型学龄儿童脑生物电活动的研究

V.V. Gorelik <sup>1</sup>, S.N. Filippova <sup>2</sup>, I.V. Kastyro <sup>3</sup>, N.N. Nazarenko <sup>1</sup>, E.V. Lunkova <sup>1</sup><sup>1</sup>托利亚蒂国立大学, 托利亚蒂, 俄罗斯<sup>2</sup>莫斯科国立体育学院, 莫斯科, 俄罗斯<sup>3</sup>俄罗斯人民友谊大学 (帕特里斯·卢蒙巴命名), 莫斯科, 俄罗斯

联系方式: Igor Vladimirovich Kastyro – 邮箱: ikastyro@gmail.com

**Purpose of the study:** To investigate the bioelectrical activity of the brain in schoolchildren aged 10–12 years with different types of vegetative regulation using the EEG method.

**Material and methods.** Twelve boys aged 10–12 years participated in the study. We studied bioelectrical activity of the brain in schoolchildren with different types of vegetative regulation (TVR) using electroencephalography (EEG). The research work was carried out at MBI School No. 32 in Togliatti. The assessments were carried out from September 2024 to November 2024 using Neuron-Spectrum-4/VPM software and hardware complex.

**Results.** Determination of the type of vegetative regulation and EEG indicators allowed to identify the features of physical adaptation, functional activity in the process of ontogenesis in children under increased academic workload.

**Keywords:** electroencephalography, brain, types of vegetative regulation, schoolchildren

**Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Funding.** There was no funding for this study

**For citation:** Gorelik V.V., Filippova S.N., Kastyro I.V., Nazarenko N.N., Lunkova E.V. Study of bioelectrical activity of the brain in schoolchildren aged 10–12 years with different types of vegetative regulation. *Head and neck. Russian Journal.* 2025;13(1):32–37

**Doi:** 10.25792/HN.2025.13.1.32-37

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

**Цель исследования:** изучение ЭЭГ-характеристик школьников на определенном этапе онтогенеза. Материал и методы. В исследовании приняли участие 12 мальчиков в возрасте 10–12 лет. Изучали биоэлектрическую активность головного мозга у школьников с разными типами вегетативной регуляции (ТВР) методом электроэнцефалографии (ЭЭГ). Исследовательская работа осуществлялась на базе МБУ «Школа №32» г. Тольятти. Измерения проводили с сентября 2024 г. по ноябрь 2024 г. с помощью Нейрон-Спектр-4/ВПМ – программно-аппаратного комплекса.

**Результаты.** Определение ТВР и показателей ЭЭГ позволило выявить особенность физической адаптации, функциональной активности функциональная активность в процессе онтогенеза у детей в условиях повышенных учебных нагрузок.

**Ключевые слова:** электроэнцефалография, головной мозг, типы вегетативной регуляции, школьники

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Горелик В.В., Филиппова С.Н., Кастыро И.В., Назаренко Н.Н., Лунькова Е.В. Исследование биоэлектрической активности головного мозга у школьников 10–12 лет с различными типами вегетативной регуляции. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2025;13(1):32–37

**Doi:** 10.25792/HN.2025.13.1.32-37

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

**研究目的:** 利用脑电图 (EEG) 方法, 研究10–12岁不同植物神经调节类型 (TVR) 学龄儿童的脑生物电活动。

**材料与方**法: 研究对象为12名年龄在10–12岁的男童。研究通过脑电图 (EEG) 方法, 分析不同植物神经调节类型 (TVR) 学龄儿童的脑生物电活动。本研究在托利亚蒂市第32号MBI学校进行, 评估时间为2024年9月至2024年11月, 使用Neuron-Spectrum-4/VPM软硬件系统完成。

**结果:** 通过确定植物神经调节类型及脑电图指标, 揭示了在高学业负荷下儿童在个体发育过程中身体适应性及功能活动的特征。

**关键词:** 脑电图, 脑, 植物神经调节类型, 学龄儿童

**利益冲突声明:** 作者声明不存在利益冲突。

**资助声明:** 本研究未获得任何资助支持。

**引用格式:** Gorelik V.V., Filippova S.N., Kastyro I.V., Nazarenko N.N., Lunkova E.V. Study of bioelectrical activity of the brain in schoolchildren aged 10–12 years with different types of vegetative regulation. *Head and neck. Russian Journal.* 2025;13(1):32–37

**Doi:** 10.25792/HN.2025.13.1.32-37

**作者声明:** 作者对所提供数据的原创性及插图 (表格、图片、患者照片) 的发表合法性负责。

Современная система школьного образования требует научно-обоснованного подхода к учебному процессу, который должен базироваться на физиологических показателях организма школьников в онтогенезе [1, 2]. Дети, находящиеся в процессе морфологического и функционального развития, подвержены влиянию стресс-факторов возрастающей школьной учебной нагрузки [3, 4]. В связи с этим выбор наиболее оптимизирующего воздействия физического воспитания на адаптацию и функциональное состояние детей в зависимости от типов вегетативной регуляции, должен основываться на перспективных методах диагностики функционального состояния обучающихся, находящихся в реальных условиях воздействия постоянно возрастающих учебных нагрузок, в т.ч. информационно-компьютерных технологий [5, 6].

**Цель исследования.** Учитывая различные темпы формирования биоэлектрической активности мозга и механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности у обучающихся возраста второго детства (10–12 лет), представляется актуальным изучение ЭЭГ-характеристик школьников на определенном этапе онтогенеза [2, 8].

## Материал и методы

В исследовании приняли участие 12 мальчиков в возрасте 10–12 лет. Исследовательская работа осуществлялась на базе МБУ «Школа №32» г. Тольятти. Измерения проводились с сентября 2024 г. по ноябрь 2024 г.

Исследования ЭЭГ проводили с помощью Нейрон-Спектр-4/ВПМ – программно-аппаратного комплекса, объединяющего

21 канал регистрации ЭЭГ или длиннолатентных вызванных потенциалов мозга, 4 полиграфических канала для регистрации коротколатентных вызванных потенциалов мозга. Программным аппаратным комплексом «Варикард 2.51», оценивали показатели вариабельности сердечного ритма (BCP) для определения типов вегетативной регуляции (TVR).

## Результаты

Для более подробного исследования механизмов, составляющих регуляторную основу типов вегетативной регуляции (TVR), изучали показатели, полученные методом регистрации ЭЭГ коры головного мозга. Вид записей ЭЭГ активности головного мозга детей с различным TVR I–II, III, IV представленные в табл. 1, имели следующие отличительные признаки.

У детей с I–II TVR (симпатикотония) над обоими полушариями регистрировался заостренный гиперсинхронный альфа-ритм, который являлся доминирующим. Максимальная амплитуда альфа-ритма в левом полушарии составила 136 мкВ (средняя – 43 мкВ), над правым полушарием – 145 мкВ (средняя – 41 мкВ). Межполушарная асимметрия альфа-ритма составляла 18,4%. Индекс альфа-ритма над левым полушарием (по спектру) – 41,2%, над правым полушарием (по спектру) – 40,7%. Альфа-ритм преобладает в затылочных отведениях. Показатели ЭЭГ у обучающихся I–II TVR отражают типологические особенности нейрональной активности структур головного мозга, а именно: высокий индекс 41,2–40,7% (левого/правого, полушарий головного мозга) и амплитуду активности выражено доминирующего

альфа-ритма, который формируется восходящими активирующими влияниями ретикулярной формации и/или таламических структур на кору больших полушарий. Диагностируемые методом ВСП высокие показатели стресс-индекса выражают повышенную активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС). У данных детей с I–II ТВР дестабилизируется управляемая система, и возникают дисрегуляторные проявления в деятельности центральной нервной системы (ЦНС). При этом подавляются процессы саморегуляции, снижаются адаптационные возможности и для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы, управление деятельности ЦНС достигается при значительном функциональном напряжении регуляторных систем организма. Поэтому для этих детей были предложены гимнастические упражнения и упражнения для развития гибкости, упражнения для расслабления мышц, с дозированной физической нагрузкой рис. 1, табл. 2.

У обследованных детей III ТВР (нормотония) над обоими полушариями регистрировался заостренный альфа-ритм. Максимальная амплитуда альфа-ритма над левым полушарием составила 83 мкВ (средняя – 24 мкВ), над правым полушарием – 71 мкВ (средняя – 20 мкВ). Межполушарная асимметрия альфа-ритма – 18,4%. Индекс альфа-ритма над левым полушарием (по спектру) – 34,3%, над правым полушарием (по спектру) – 24,7%. Альфа-ритм преобладал в теменно-затылочных, задневисочных отведениях.

У школьников III ТВР при нормальных значениях напряжения регуляторных систем показатели ЭЭГ свидетельствуют об умеренном доминировании альфа-ритма, который является основным ритмом головного мозга здорового человека. Индекс альфа-ритма определялся на уровне 34,3–24,7% (левым правым, полушарием), усредненное значение которого составило 28%, что сравнимо с индексом тета-ритма 18,9%. Эти данные свидетельствуют о наиболее оптимальном взаимодействии между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и центральными регуляторными структурами головного мозга в

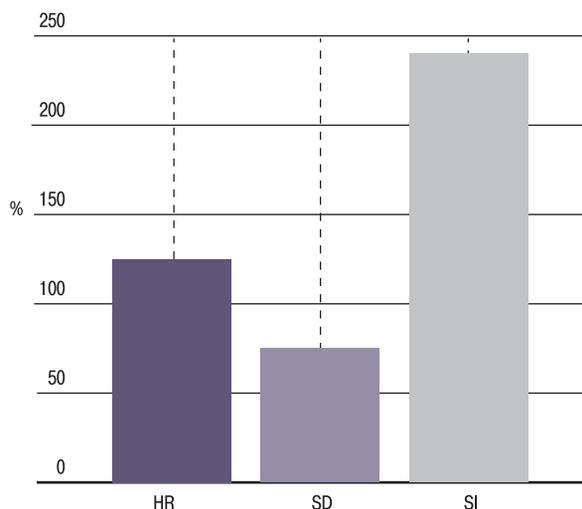


Рис. 1. Показатели ВСП у школьников с I–II ТВР (HR – частота сердечных сокращений, SD – стандартное отклонение кардиоинтервала, SI – индекс напряжения регуляторных систем).

Figure 1. HRV parameters in schoolchildren with TVR I-II (HR – heart rate, SD – standard deviation for cardio-interval, SI – stress index for regulatory systems).

процессе регуляции сердечного ритма. Это состояние организма можно принять за физиологическую норму функционального состояния регуляторных систем, отражающих высокие адаптационные возможности организма. В этом случае именно управляемая корковыми отделами ЦНС и сбалансированная система саморегуляции ЦНС и ВНС позволяет достигнуть оптимума функций сердца при физических нагрузках школьников с III ТВР без перенапряжения системы управления его функциональным состоянием рис. 2, табл. 2.

Таблица 1. Оценка функционального состояния регуляторных систем организма учащихся по данным ВСП [8]  
Table 1: Assessment of the functional state of regulatory body systems in schoolchildren according to heart rate variability (HRV) [8]

Тип регуляции сердечного ритма <i>Heart rate regulation type</i>	Отличительные особенности показателей ВСП в зависимости от преобладающего типа регуляции <i>HRV parameter features according to the dominant regulation type</i>	Интерпретация полученных данных ВСП <i>Interpretation of the HRV data obtained</i>
Умеренное преобладание центральной регуляции I тип (УПЦР) <i>Moderate predominance of central regulation type I (MPCR)</i>	SI>100 усл. ед. VLF>240 мс <sup>2</sup> SI>100 U VLF>240 ms <sup>2</sup>	Умеренное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма <i>Moderate predominance of sympathetic heart rate regulation</i>
Выраженное преобладание центральной регуляции II тип (ВПЦР) <i>Significant predominance of central regulation type II (SPCR)</i>	SI>100 усл. ед. VLF (мс <sup>2</sup> ) <240 SI>100 U VLF (ms <sup>2</sup> ) <240	Выраженное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма <i>Significant predominance of sympathetic heart rate regulation</i>
Умеренное преобладание автономной регуляции III тип (УПАР) <i>Moderate predominance of autonomous regulation type III (MPAR)</i>	SI>70<150 усл. ед. VLF>240 мс <sup>2</sup> SI>70<150 U VLF>240 ms <sup>2</sup>	Умеренное преобладание парасимпатической активности <i>Moderate predominance of parasympathetic activity</i>
Выраженное преобладание автономной регуляции IV тип (ВПАР) <i>Significant predominance of autonomous regulation type IV (SPAR)</i>	SI<25 усл. ед. VLF>500 мс <sup>2</sup> TP>8000–10 000 SI<25 U VLF>500 ms <sup>2</sup> TP>8000–10 000	Выраженное преобладание парасимпатического отдела <i>Significant predominance of the parasympathetic department</i>

Примечание. SI – индекс напряжения регуляторных систем, VLF – показатель (высокий уровень гиперадаптивное), низкий – (энергодифицитное состояние), TP – суммарная мощность спектра ВСП.

Note. SI – stress index for regulatory systems, VLF – index (high – hyperadaptive, low – energy deficient state), TP – total power of the HRV spectrum.

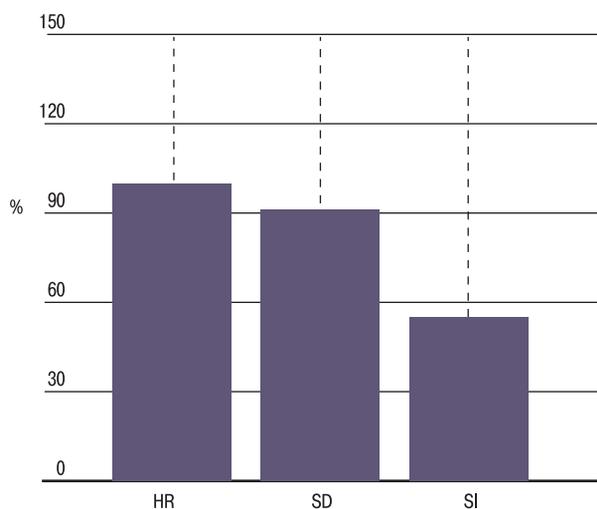


Рис. 2. Показатели ВСР у школьников с III ТВР.  
Figure 2. HRV parameters in schoolchildren with TVR III.

У обследованных детей IV ТВР (парасимпатикотония) над обоими полушариями регистрировался нерегулярный альфа-ритм в сочетании с тета-ритмом. Максимальная амплитуда альфа-ритма над левым полушарием составила 32 мкВ (средняя – 24 мкВ), над правым полушарием – 35 мкВ (средняя – 17 мкВ). Индекс альфа-ритма над левым полушарием (по спектру) – 10,6%, над правым полушарием (по спектру) – 12,9%. Альфа-ритм преобладал в задневисочных, затылочных отведениях. Над обоими полушариями регистрировали повышение индекса медленноволновой активности. Показатели ВСР у детей с IV ТВР находились на нижней границе нормы или были понижены. У детей с IV ТВР наблюдалось выраженное преобладание автономной регуляции по сравнению с I, II, III типами, была выявлена самая низкая частота сердечных сокращений, наибольшие показатели длительности кардиоинтервалов (R–R), разброса кардиоинтервалов (MxDMn), низкие значения индекса напряжения Si (рис. 3).

У этих детей часто наблюдаются аритмии различной этиологии, переутомление, что можно трактовать как несовершенство регуляторных механизмов. Отмечается также более длительное восстановление после физической нагрузки. В связи с этим для них были предложены подвижные игры и эстафеты с дозированной нагрузкой рис. 3, табл. 2.

Таким образом, проведенное исследование показало, что имеются характерные ритмологические различия ЭЭГ-картины у детей с различными типами вегетативной регуляции, позволяющей судить об особенностях электрогенеза головного мозга школьников. То есть нейрорегуляторная активность централь-

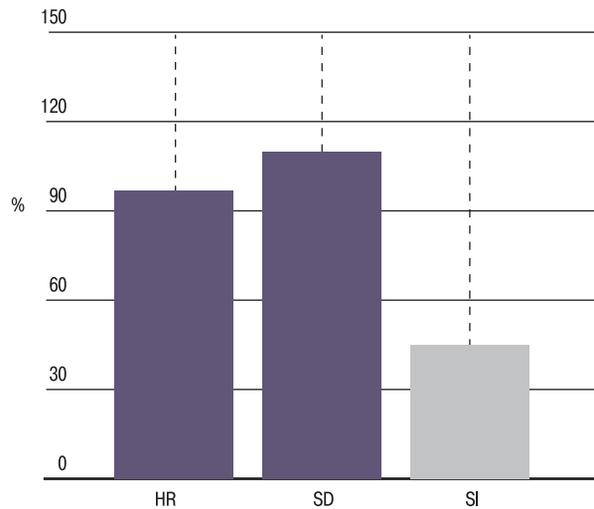


Рис. 3. Показатели ВСР у школьников с IV ТВР.  
Figure 3. HRV parameters in schoolchildren with TVR IV.

ного контура регуляции управляет генетически обусловленными сочетаниями функциональных параметров отделов ВНС.

## Обсуждение

Как было отмечено в работе Д.Б. Демина, Л.В. Поскотинова, Е.В. Кривоногова [2], особенно у симпатотоников отмечена более высокая фоновая активность подкорковых диэнцефальных мозговых структур. «Созревание» волновой структуры ЭЭГ сопровождается у них повышенной частотой встречаемости гиперсинхронных, высокоамплитудных вариантов ЭЭГ, что согласуется с полученными нами данными. Формирование гиперсинхронных паттернов ЭЭГ у школьников при нарастании симпатической активности свидетельствует о наличии дисфункций диэнцефальных структур головного мозга и повреждении таламокортикальных связей, которые могут лежать в основе нарушения центральных механизмов регуляции сосудистого тонуса. Известно, что управляемое усиление активности парасимпатического отдела вегетативной регуляции может приводить к улучшению состояния мозгового кровотока и биоэлектрических процессов головного мозга [10]. У детей, преимущественно из групп со сбалансированным вегетативным тонусом, после выполнения коррекционных физических упражнений происходит регулирование ритмов и сдвиг биоэлектрической активности в сторону более высоких амплитуд в альфа-диапазоне, что может свидетельствовать об уменьшении уровня эмоционального напряжения при выполнении задания и синхронизации корково-подкорковых взаимодействий [11].

Таблица 2. Показатели ВСР и ЭЭГ у школьников с различными типами вегетативной регуляции  
Table 2. HRV and EEG indicators in schoolchildren with different types of vegetative regulation

Тип вегетативной регуляции Vegetative regulation type	SI- индекс напряжения, усл.ед SI – stress index, U	Максимальная амплитуда альфа-ритма левого/правого полушария головного мозга, мкВ Maximum amplitude of the left/right cerebral hemisphere alpha rhythm, $\mu V$	Индекс альфа ритма левого правого/полушария головного мозга, % Index of the left/right cerebral hemisphere alpha rhythm, %
I–II	297	136; 145	41,2; 40,7
III	140	83; 71	34,3; 24,7
IV	39	32; 35	12,9; 10,6

Показатели ЭЭГ у обучающихся детей с парасимпатической активностью характеризуются преобладанием медленноволновой активности, отражающей глубинные структуры мозга, являясь индикатором мезолимбического влияния на кору головного мозга, связанного с эмоциональным состоянием [12].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода на занятиях физической культуры, к детям имеющих разный тип вегетативной регуляции, подтвержденный индивидуальными характеристиками показателей ЭЭГ. ВСП также отражает напряженность функциональных систем, ответственных за регуляцию организма во время стресса [13–17]. Частотный спектр ВСП в полной мере отражает изменения симпатического и парасимпатического отделов ВНС [18, 19], что необходимо учитывать при анализе здоровья школьников после физических нагрузок. Предложенная одинаковая нагрузка для детей с различными ТВР может привести к дизрегуляторным проявлениям и снижению адаптационных возможностей занимающихся [9]. Построение траектории занятий на уроках физической культуры, основанных на типологии детского организма и подтвержденных показателями ЭЭГ, будет способствовать укреплению организма школьников и сохранению их здоровья.

## Выводы

В исследовании методом ЭЭГ определены показатели электрогенеза головного мозга у школьников с различными ТВР функций сердечно-сосудистой системы.

Установлено, что ритмологические различия ЭЭГ у детей с разными ТВР соответствуют характерным особенностям ТВР и могут рассматриваться как избирательные нейрорегуляторные влияния центрального контура регуляции на отделы ВНС в зависимости от генетически обусловленной регуляторной типологии.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Власова Т.И., Спирина М.А., Безбородова А.П. и др. Гендерные особенности вегетативной регуляции сердечной деятельности у детей-спортсменов. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2023;2:134–43. [Vlasova T.I., Spirina M.A., Bezborodova A.P., Ledyaykina L.V., Ryzhov A.V. Gender features of autonomic regulation of cardiac activity in young athletes. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences. 2023;(2):134–143. doi: 10.21685/20723032-2023-2-14 (In Russ.)]
2. Демин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В. ЭЭГ-реакции в динамике кардиобиоуправления у подростков с различным вегетативным тонусом, проживающих на северных широтах. Экология человека. 2016;10:23–30. [Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V. EEG responses in the dynamics of cardiac biocontrol in adolescents with different autonomic tone living at northern latitudes. Ekologiya Cheloveka (Human Ecology). 2016;10:23–30. Doi: 10.33396/1728-0869-2016-10-23-30 (In Russ.)]
3. Калинин А.В., Курамышин Ю.Ф., Хвацкая Е.Е., Двейрина О.А., Терехин В.С. Опыт применения variability сердечного ритма в инновационной программе спортивного прогнозирования «Стань чемпионом». Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2019;12(178):133–13. [Kalinin A.V., Kuramshin Yu.F., Khvatskaya E.E., Dveyrina O.A., Terekhin V.S. Experience of using heart rate variability in innovation program of sports prediction "Become a Champion". Uchenye Zapiski Universiteta Imeni P F Lesgafta. 2019;12(178):133–13. Doi: 10.34835/issn.2308-1961.2019.12.133-138 (In Russ.)]
4. Крылова А.В., Ситдигов Ф.Г., Аникина Т.А., Зверев А.А. Реакция симпатoadренальной системы мальчиков на дозированную физическую нагрузку. Наука и спорт: современные тенденции. 2019;1:60–6. [Krylova A.V., Sitdikov F.G., Anikina T.A., Zverev A.A. Response of sympathoadrenal system of boys to a dosed physical load. Science and sport: current trends, 2019; 22 (1): 60-66. (In Russ.)]
5. Рубченя И.Н., Сукач Е.Р., Меркис А.П. Анализ показателей variability сердечного ритма у юных спортсменов олимпийского резерва. Проблемы здоровья и экологии. 2019;4(62):70–5. [Rubchenya I.N., Sukach E.S., Merkis A.P. Analysis of Heart Rate Variability in Young Athletes of a School of Olympic Reserve. Health and Ecology Issues. 2019;(4):70-75. https://doi.org/10.51523/2708-6011.2019-16-4-14 (In Russ.)]
6. Татьяна Е.В. Физиологическая адаптация и психосоматическое развитие школьников в современных условиях образовательного пространства. Вестн. психофизиологии. 2020;2:49–56. [Tatyana E.V. Physiological adaptation and psychosomatic development of schoolchildren in modern conditions of educational space. Psychophysiology News. 2020;2:49–56. (In Russ.)]
7. Колпаков В., Томилова Е., Стрижак Н. и др. Типологическая variability психофизиологических особенностей младших школьников как прогностическая основа для формирования успешности в спортивной и оздоровительной деятельности. Человек. Спорт. Медицина. 2020;19(Suppl. 2):7–17. [Kolpakov V.V., Tomilova E.A., Strizhak N.Yu., Krivoshechekov S.G., Bepalova T.V. Typological Variability of Psychophysiological Features in Schoolchildren for Prognosing Success in Sports and Health Enhancement Activities. Human. Sport. Medicine. 2019; 19 (S2); 7-17. doi: 10.14529/hsm19s201 (In Russ.)]
8. Сапожникова Е.Н., Шлык Н.И., Шумихина И.И., Кириллова Т.Г. Типологические особенности variability сердечного ритма у школьников 7–11 лет в покое и при занятиях спортом. Вестн. Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2012;2:79–88. [Sapozhnikova E.N., Shlyk N.I., Shumikhina I.I., Kirillova T.G. Typological peculiarities of heart rate variability of 7-11 years old students at rest and when doing sport. Vestn. Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle. 2012;2:79–88. (In Russ.)]
9. Горелик В.В., Филиппова С.Н., Лунькова Е.В., Беляев В.С. Физиологическое обоснование оптимизации двигательной нагрузки для мальчиков 8–10 лет на уроке физической культуры. Человек. Спорт. Медицина. 2021;21(2):51–8. [Gorelik V.V., Filippova S.N., Lunkova E.V., Belyaev V.S. Physiological justification of exercise adjustment in physical education classes for boys aged 8–10. Human. Sport. Medicine. 2021; 21(2):51–58. DOI: 10.14529/hsm210206 (In Russ.)]
10. Hayano J., Yuda E. Pitfalls of Assessment of Autonomic Function by Heart Rate Variability. J. Physiol. Anthropol. 2019;38(1):3.
11. Belakovic B., Ilic D., Lukic S., et al. Reproducibility of 24-hour heart rate variability in children. Clin. Auton. Res. 2017;27:273–8.
12. Bobkowski V., Stefaniak M.E., Krause T., et al. Heart rate variability in 24-hour ECG is age-dependent but not sex-dependent in healthy children. Front. Physiol. 2017;8:311.
13. Kastyro I.V., Inozemtsev A.N., Shmaevsky P.E., et al. The impact of trauma of the mucous membrane of the nasal septum in rats on behavioral responses and changes in the balance of the autonomic nervous system (pilot study). J. Phys.: Conf. Ser. 2020;1611(1):012054.
14. Kastyro I.V., Popadyuk V.I., Reshetov I.V., et al. Changes in the Time-Domain of Heart Rate Variability and Corticosterone after Surgical Trauma to the Nasal Septum in Rats. Dokl. Biochem. Biophys. 2021;499:247–50

15. Kastyro I.V., Popadyuk V.I., Muradov G.M., et al. Low-Intensity Laser Therapy As a Method to Reduce Stress Responses after Septoplasty. *Dokl. Biochem. Biophys.* 2021;500:300–3.
16. Kostyaeva M.G., Kastyro I.V., Yunusov T.Yu., et al. Protein p53 Expression and Dark Neurons in Rat Hippocampus after Experimental Septoplasty Simulation. *Mol. Genet. Microbiol. Virol.* 2022;37(1):19–24.
17. Kalmykov I.K., Popadyuk V.I., Ermakova N.V., et al. Influence of the choice of anesthetic aid on changes in the frequency range of heart rate variability during septoplasty in the early postoperative period. *Rus. Rhinol.* 2022;30(3):169–77.
18. Kastyro I.V., Mikhalskaia P.V., Khamidulin G.V., et al. Expression of the P53 Protein and Morphological Changes in Neurons in the Pyramidal Layer of the Hippocampus After Simulation of Surgical Interventions in the Nasal Cavity in Rats. *Cell. Physiol. Biochem.* 2023;57(1):23–33.
19. Kastyro I.V., Khamidulin G.V., Dyachenko Yu.E., et al. Analysis of p53 protein expression and formation of dark neurons in the hippocampus of rats during septoplasty modeling. *Rus. Rhinol.* 2023;31(1):27–36.

Поступила 15.10.2024

Получены положительные рецензии 20.01.25

Принята в печать 27.01.25

Received 15.10.2024

Positive reviews received 20.01.25

Accepted 27.01.25

#### Информация об авторах:

Горелик Виктор Владимирович — к.биол.н., доцент кафедры адаптивной физической культуры, спорта и туризма факультета физической культуры, Тольяттинский государственный университет. Адрес: 445020 Самарская область, Тольятти, ул. Белорусская, д. 14; e-mail: [legoy@list.ru](mailto:legoy@list.ru). ORCID: 0000-0001-8767-5200.

Филиппова Светлана Николаевна — д.биол.н., профессор, ФГБУ ВО Московская государственная академия физической культуры Адрес: 140032 Московская область, г. Малаховка, ул. Шоссейная, д. 33; e-mail: [svetjar@mail.ru](mailto:svetjar@mail.ru). ORCID: 0000-0003-3626-6372.

Кастыро Игорь Владимирович — д.м.н., профессор кафедры пластической хирургии и кафедры клинической физиологии и нелекарственных методов

лечения, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Адрес: Москва; e-mail: [ikastyro@gmail.com](mailto:ikastyro@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6134-3080>.

Лунькова Елизавета Валентиновна — преподаватель кафедры физического воспитания, Тольяттинский государственный университет. Адрес: 445020 Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14; e-mail: [liz.lunkova@yandex.ru](mailto:liz.lunkova@yandex.ru). ORCID: 0000-0002-1615-6515.

Назаренко Наталья Неведовна — к.п.н., доцент кафедры адаптивной физической культуры, спорта и туризма, ФГБОУ ВО Тольяттинский государственный университет. Адрес: 445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14. e-mail: [kredo6607@mail.ru](mailto:kredo6607@mail.ru). ORCID: <https://0000-0002-9883-2088>.

#### Information about the authors:

Victor Vladimirovich Gorelik — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Adaptive Physical Education, Sports and Tourism, Faculty of Physical Education, Togliatti State University. Address: 14 Belorusskaya St., 445020 Togliatti, Samara region; e-mail: [legoy@list.ru](mailto:legoy@list.ru). ORCID: 0000-0001-8767-5200.

Svetlana Nikolaevna Filippova — Doctor of Biological Sciences, Professor, Moscow State Academy of Physical Education. Address: 33 Shosseynaya str., 140032 Malakhovka, Moscow region; e-mail: [svetjar@mail.ru](mailto:svetjar@mail.ru). ORCID: 0000-0003-3626-6372.

Igor Vladimirovich Kastyro — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Plastic Surgery and the Department of Clinical Physiology and Non-drug Treatment Methods, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba. Address: Moscow; e-mail: [ikastyro@gmail.com](mailto:ikastyro@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6134-3080>.

Elizaveta Valentinovna Lunkova — Lecturer, Department of Physical Education, Togliatti State University. Address: 14 Belorusskaya St., 445020 Togliatti, Samara region; e-mail: [liz.lunkova@yandex.ru](mailto:liz.lunkova@yandex.ru). ORCID: 0000-0002-1615-6515.

Natalia Nefedovna Nazarenko — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Adaptive Physical Education, Sports and Tourism, Faculty of Physical Education, Togliatti State University. Address: 14 Belorusskaya St., 445020 Togliatti, Samara region. e-mail: [kredo6607@mail.ru](mailto:kredo6607@mail.ru). ORCID: <https://0000-0002-9883-2088>.