Дата публикации: 01.09.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_14
УДК 796.41; 612.062

Publication date: 01.09.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_14
UDC 796.41; 612.062

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНЫХ ГИМНАСТОК-ХУДОЖНИЦ В УСЛОВИЯХ ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ ВЫСТУПЛЕНИЙ

Н.В. Лунина[1,2], Ю.В. Корягина[2], Е.А. Лошкина[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты оценки вариабельности сердечного ритма (ВСР) гимнасток 4-х лет, отражающие особенности регуляции функционирования сердечно-сосудистой системы юных спортсменок в условиях показательных выступлений. Наблюдалась активизация симпатического отдела нервной системы по значениям амплитуды моды (АМо), индекса напряжения (ИН), регуляторных систем сердечного ритма (СР). В спектральном анализе ВСР доля совокупной медленноволновой активности составила 71,4%, что указывает на централизацию механизмов регуляции СР. Преобладание очень медленной волновой активности (VLF) в структуре СР отражает активизацию гуморально-метаболических процессов, состояние энергодефицита при физическом и психоэмоциональном утомлении. Отмечалась прямая высокая корреляционная связь ИН с психофизиологической ценой (r=0,99) Наличие ультрамедленных волн (ULF) отражает вовлечение высших регуляторных центров СР, сопряженное с их онтогенетической незрелостью. Полученные результаты послужат теоретической основой для подбора средств восстановления затраченных ресурсов организма юных гимнасток после показательных выступлений.

Ключевые слова: юные гимнастки, сердечный ритм, спектральный анализ, сердечно-сосудистая система, функциональное состояние, регуляция сердечного ритма, утомление.

STUDY OF HEART RATE VARIABILITY WITH BIOLOGICAL FEEDBACK IN YOUNG GYMNASTS IN CONDITIONS OF DEMONSTRATION PERFORMANCES

N.V. Lunina[1,2], Yu.V. Koryagina[2], E.A. Loshkina[1]
[1]Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia
[2]FSBI “North-Caucasian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

Annotation. The article presents the results of assessing the heart rate variability (HRV) of 4-year-old gymnasts, reflecting the regulation features of the cardiovascular system function of young athletes during exhibitions. The activation of the sympathetic division of the nervous system was observed according to the values of the mode amplitude (AMo), stress index (SI), regulatory systems of heart rate (HR). In the spectral analysis of HRV, the share of the total low frequency activity was 71.4%, which indicates the centralization of the HR regulation mechanisms. The predominance of very low frequency activity (VLF) in the HR structure reflects the activation of humoral and metabolic processes, the state of energy deficiency in physical and psychoemotional fatigue. There was a direct high correlation between SI and the psychophysiological cost (r=0.99). The presence of ultra low frequency waves (ULF) reflects the involvement of higher regulatory centers of HR associated with their ontogenetic immaturity. The results obtained will serve as a theoretical basis for the selection of means for restoring the expended resources of the body of young gymnasts after exhibitions.

Keywords: young gymnasts, heart rate, spectral analysis, cardiovascular system, functional state, heart rate regulation, fatigue.

Введение. Исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР) у спортсменов позволяет изучить деятельность сердечно-сосудистой системы в условиях покоя и контролируемых нагрузок [1-3], оценить адаптационные ресурсы организма [2], своевременно скорректировать возникшие отклонения в функционировании сердечной деятельности. Литературные данные по состоянию ВСР у гимнасток имеются, преимущественно, с 6-8-летнего возраста [1], что соответствует этапу начальной подготовки спортивной школы [4]. В более раннем возрасте, начиная с 3-5-х лет, ведется предварительная подготовка детей, проводимая в рамках дополнительных занятий в секциях по художественной гимнастике на базах коммерческих и некоммерческих учебных и физкультурно-оздоровительных учреждений. На занятиях, направленных преимущественно на гармоничное развитие детей, реализуют предварительную подготовку к освоению специализированной для художественной гимнастики спортивной подготовки, участию в контрольных испытаниях и показательных выступлениях. В период показательных выступлений, сопряженный с физической и психоэмоциональной нагрузкой, особую значимость приобретают методы оперативного контроля за состоянием здоровья формирующегося организма, особенно – деятельности сердца. В свою очередь, степень напряжения регуляторных систем во многом предопределяет результативность выступления [5], влияя на здоровье юных гимнасток, а показатели ВСР являются значимыми факторами успешности в художественной гимнастике [6]. Однако в доступной нам литературе отсутствуют данные, позволяющие сравнить уровень, степень и характер изменений регуляции сердечной деятельности у гимнасток 4-х лет в сопоставимых условиях с учетом возраста и спортивной специализации.

Цель исследования: изучить особенности ВСР у юных гимнасток в условиях показательных выступлений.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в июне 2023 г., в период показательных выступлений на базе СОШ №20 (СДЮСШОР) г. Балашиха, Московская область. В исследовании приняло участие 6 юных гимнасток (n=6) в возрасте 4-х лет. Критерии включения кандидатов в исследование: пол – женский; возраст – 4 года; регулярные занятия спортом не менее 1-2-х раз в неделю; стаж занятий – не менее 6 месяцев; спортивная специализация – художественная гимнастика; условия проведения тестирования – показательные выступления; участие в исследовании – добровольное согласие юных гимнасток и их родителей (или лиц, их представляющих). Критерии невключения: возраст менее и более 4-х лет; нерегулярные занятия спортом менее 1 раза в неделю; стаж занятий – менее 6 месяцев; отказ от участия в исследовании юных гимнасток и/или их родителей (или лиц, их представляющих). Критерии исключения – невозможность записи вариабельности сердечного ритма ввиду физического и/или психоэмоционального утомления (напряжения) исследуемых.

Вариабельность сердечного ритма (ВСР), отражающая функциональное состояние сердечно-сосудистой системы юных гимнасток, оценивалась при помощи АПК «Биомышь» («Нейролаб», Россия) [7]. Тестирование осуществлялось в исходном положении сидя перед экраном монитора компьютера (ноутбука) с расположением ладони ведущей руки испытуемых на компьютерной биомыши со встроенными датчиками. Время проведения исследования соответствовало записи не менее 100 кардиоинтервалов (ориентировочно 5 мин). Запись проводилась после непродолжительного отдыха (5-7 мин) в исходном положении сидя, с опорой спины о спинку стула. Биологическая обратная связь о вариабельности сердечного ритма с ладони испытуемых, расположенной на компьютерной биомыши, с помощью сенсорных датчиков выводилась на экран монитора компьютера в виде нескольких

представлений: изолинии частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), графиков, отражающих амплитуду и частоту кардиоинтервалов на протяжении всей записи. После проведения исследования сразу на экран монитора выводился результат в виде рисунка, наглядно отображающего матрицу состояния, в котором находится исследуемый (рис. 1), заключения и краткой рекомендации по коррекции выявленных отклонений. Цифровые значения показателей ВСР отображались в разделе «Статистика» (рис. 2).

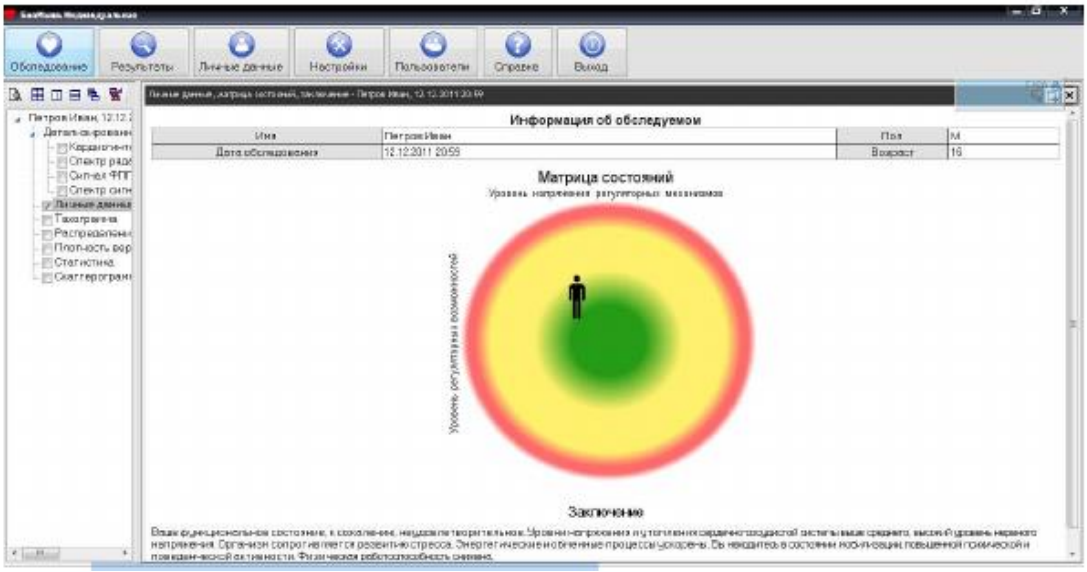


Рис.1. Отображение «матрицы состояния» в АПК «Биомышь»

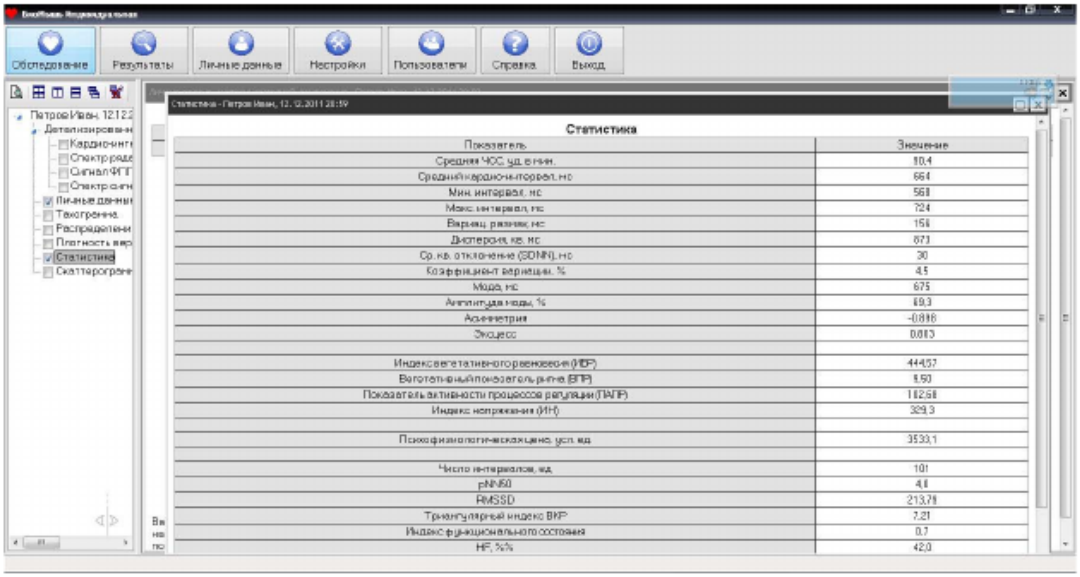


Рис. 2. Отображение показателей ВСР в АПК «Биомышь»

Выбор изучаемых показателей – Мода (мс), амплитуда Моды (АМо, %), вариационный размах кардиоинтервалов (ВР, %), индекс напряжения регуляторных систем (ИН, усл.ед.) – связан с сопоставлением имеющихся данных по возрастной норме у здоровых сверстников в покое [3] ввиду отсутствия в доступной нам литературе данных для сравнения при дозированных нагрузках, соотносимых по возрасту и виду спорта у исследуемого контингента. Оценивались высокочастотная мощность (HF, %),

низкочастотная мощность (LF, %), очень низкочастотная мощность (VLF, %), ультранизкочастотный компонент ритма (ULF, %), изучалась взаимосвязь психофизиологической цены (усл.ед.) организма с изучаемыми параметрами.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета анализа Statistica 13, вычислялись среднеарифметические значения и стандартное отклонение полученных показателей, для определения характера связей изучаемых показателей использован корреляционный анализ Спирмена.

Результаты исследования и их обсуждение. По данным средних значений вариационной пульсометрии у юных гимнасток в условиях показательных выступлений отмечены особенности вегетативной регуляции сердечного ритма (СР) по сравнению со здоровыми сверстниками [3], представленными в таблице 1.

Таблица 1

Средние значения вариационной пульсометрии юных гимнасток в условиях показательных выступлений, X±σ

Показатель	4 года (n=6)	Норма (для 4-7 лет) [3]
Мо, мс	0,658±0,22	0,620±30,0
АМо, %	39,98±21,71	27±1,0
ВР, с	0,684±0,46	0,23±0,05
ИН, усл.ед	189,75±29,09	94±15,0

Примечание: Мо – Мода; АМо – амплитуда Моды; ВР – вариационный размах кардиоинтервалов; ИН – индекс напряжения регуляторных систем

Показатель Мо в условиях высокой физической и психоэмоциональной нагрузки незначительно (на 9%) превышает возрастную норму. Значения АМо (39,98±21,71%) указывают на увеличение влияния симпатической нервной системы, усиление централизации в регуляции сердечного ритма, превышая возрастную норму на 48%. Показатель ВР (0,684±0,46 с), отражая уровень вагусной регуляции, в 3 раза превышает нормированные значения, индекс напряжения регуляторных систем (ИН=189,75±29,09 усл.ед.) превышает норму на 101%. Имеющиеся отклонения указывают на физическое и психоэмоциональное утомление с вовлечением центральных отделов регуляции сердечного ритма, что подтверждается высокой прямой корреляционной зависимостью (r=0,99) показателя ИН с показателем психофизиологической цены (1811,22±289,981 усл.ед.). По типу вегетативной регуляции сердечного ритма, определяемом по классификации Н.И. Шлык (2011 г.) [1], среди юных гимнасток выявлено следующее распределение: 2 чел. – с выраженным преобладанием центральной регуляции (ВПЦР), 2 чел. – с умеренным преобладанием автономной регуляции (УПАР), 2 чел. – с выраженным преобладанием автономной регуляции (ВПАР).

В условиях показательных выступлений у юных гимнасток отмечена высокая доля совокупной медленноволновой активности, составляющей 71,4% от всего спектра, характерная для централизации уровня управления в регуляции сердечным ритмом (рис. 3).

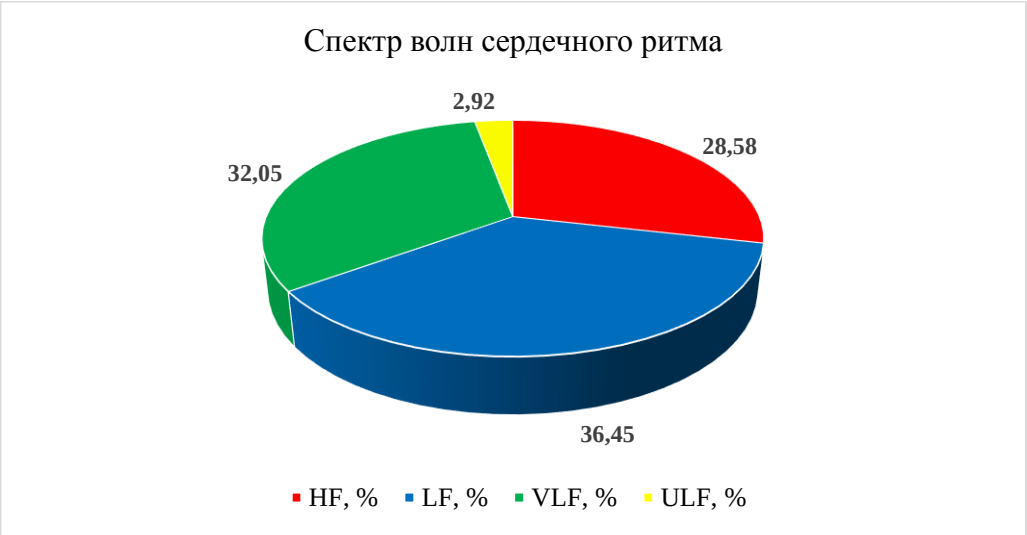


Рис. 3. Спектр волн сердечного ритма у юных гимнасток в условиях показательных выступлений

Примечание: HF, % – волны высокой частоты; LF, % – волны низкой частоты, VLF, % – волны очень низкой частоты; ULF, % – волны ультранизкой частоты

Наибольшая доля волн очень низкой частоты (VLF=36,45%) отражает усиление гуморально-метаболических процессов, указывая на энергодефицитное состояние. Активизацию центральных эрготропных систем связывают с процессами утомления центральных регуляторных структур [1-3], считая показатель VLF вегетативным коррелятом тревоги [1, 3], при этом возрастание медленноволновых составляющих в биоэлектрической активности головного мозга коррелирует с отсутствием моторного ответа и увеличением числа ошибок при выполнении сложных зрительно-моторных реакции (СЗМР) [8]. Появление в спектре сердечного ритма волн ультранизкой частоты (ULF=2,9%) отражает активацию высших уровней регуляции [3] и может указывать на их несформированность, связанных с онтогенетической незрелостью коры головного мозга.

Заключение. Изучение вариабельности сердечного ритма у юных гимнасток в условиях показательных выступлений отразило значительную централизацию в управлении сердечным ритмом, состояние напряжения в функционировании сердечно-сосудистой системы, обусловленным превалированием симпатического и гуморально-метаболического звеньев в обеспечении ее деятельности. Имеющиеся отклонения показателей ВСР связаны с физическим и психоэмоциональным утомлением формирующегося организма, с вовлечением высших регуляторных механизмов, претерпевающих возрастную перестройку, что отражается в высокой психофизиологической цене детского организма при реализации выполняемой деятельности в условиях показательных выступлений.

Полученные результаты послужат теоретическим обоснованием в подборе средств комплексного восстановления физического и психоэмоционального состояния юных гимнасток после периода показательных выступлений, направленных на гармонизацию здоровья с учетом возрастных особенностей и спортивной специализации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: моногр. / Н. И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
2. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997 – 265 с.
3. Бабунц, И. В. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма / И. В. Бабунц, Э. М. Мириджанян, Ю. А. Машаех. – Ставрополь, 2002. – 112 с.
4. Приказ Министерства спорта РФ от 15 ноября 2022 г. N 984 «Об утверждении федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «художественная гимнастика». URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405884995/#1100 (дата обращения: 12.04.2023)
5. Ботова, Л. Н. Результаты соревнований и состояние вегетативной регуляции у юных гимнасток / Л. Н. Ботова // Научно-теоретический журнал «Вестник ЮРГУ», Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2013. – Т. 13 – № 3.– С. 50-56.
6. Корягина, Ю. В. Разработка информационной системы морфо-психофункционального тестирования для спортивной ориентации в художественной гимнастике / Ю. В. Корягина, С. В. Нопин, Г. Н. Тер-Акопов // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № S1. – С. 107-112.
7. Корягина, Ю. В. Руководство к практическим занятиям по дисциплине «Физиологическое тестирование спортсмена» / Ю. В. Корягина. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2012 – 80 с.
8. Лунина, Н. В. Взаимосвязи регулирующего и исполнительного аппарата нервно-мышечной системы спортсменов при изучении реагирующей способности / Н. В. Лунина, Ю. В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_13

REFERENCES

1. Shlyk N.I. Cardiac rhythm and type of regulation in children, adolescents and athletes: a monograph. Izhevsk: Publishing House “Udmurt University”, 2009. 255 p. (in Russ.)
2. Baevskij R.M., Berseneva A.P. Evaluation of adaptive organisms and the risk of developing diseases. Moscow: Meditsina, 1997. 265 p. (in Russ.)
3. Babunts I.V., Miridzhanyan E.M., Mashaekh Yu.A. ABC of heart rate variability analysisю Stavropol, 2002. 112 p. (in Russ.)
4. Order of the Ministry of Sports of the Russian Federation N 984 of November 15, 2022 “On approval of the federal standard for sports training in rhythmic gymnastics”. Available at:https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405884995/#1100 (accessed 12.04.2023) (in Russ.)
5. Botova L.N. Contest results and the condition of vegetative regulation of young gymnasts. *Human. Sport. Medicine*, vol. 13, no. 3, 2013, pp. 50-56. (in Russ.)
6. Koryagina Yu.V. Guide to practical exercises in the “Athlete physiological testing” discipline. Omsk: Publishing House of SibSUPC, 2012. 80 p. (in Russ.)
7. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N. Developing an information system of morphological, psychological, and functional testing for sports selection in rhythmic gymnastics. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. S1, pp. 107-112.
(in Russ.)
8. Lunina N.V., Koryagina Yu.V. Interrelations of the regulatory and executive apparatus of the neuromuscular system of athletes in the study of reactivity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_1. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наталья Владимировна Лунина – кандидат биологических наук, доцент «Российский университет спорта (ГЦОЛИФК)», доцент кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини, Москва; старший научный сотрудник ЦМБТ ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: natalya-franc@mail.ru
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель ЦМБТ ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Елизавета Андреевна Лошкина – бакалавр Российского университета спорта «ГЦОЛИФК», Российская Федерация, Москва, e-mail: lizaloshkina@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Natal'ya Vladimirovna Lunina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Massage and Health-Improving Physical Culture named after I.M. Sarkizov-Serazini, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow; Senior Researcher of the Center for Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: natalya-franc@mail.ru.

Yulia Vladislavovna Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center for Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Elizaveta Andreevna Lozhkina – Bachelor, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: lizaloshkina@gmail.com.

Для цитирования: Лунина, Н. В. Особенности вариабельности сердечного ритма у юных гимнасток-художниц в условиях показательных выступлений / Н. В. Лунина, Ю. В. Корягина, Е. А. Лошкина // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_14

For citation: Lunina N.V., Koryagina Yu.V., Loshkina E.A. Study of heart rate variability with biological feedback in young gymnasts in conditions of demonstration performances. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_14