

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ ПОСЛЕ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ ВФСК ГТО

Гурьянов М.С.<sup>1</sup>, Мартусевич А.К.<sup>1,2,3,4</sup>, Бочарин И.В.<sup>1,2</sup>, Колокольцев М.М.<sup>5</sup>, Романова Е.В.<sup>6</sup>, Крюкова О.Д.<sup>7</sup>, Широкова М.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», Нижний Новгород, e-mail: msg210411@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», Нижний Новгород, e-mail: cryst-mart@yandex.ru;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Лобачевского», Нижний Новгород;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет)», Москва;

<sup>5</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, e-mail: mihm49@mail.ru;

<sup>6</sup>ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул, e-mail: romanovaev.2007@mail.ru;

<sup>7</sup>ГБУЗ НО «Городская больница 33», Нижний Новгород, e-mail: helga20002010@mail.ru

Изучение вопросов инструментального тестирования сердечно-сосудистой системы после нагрузочных тестов, входящих в программу ВФСК ГТО, представляется своевременным и актуальным. Цель. Изучить особенности проявления параметров вариабельности сердечного ритма у юношей в ответ на воздействие тестовых физических нагрузок ВФСК ГТО. Материал и методы. В исследовании принимали участие 70 студентов Приволжского исследовательского медицинского университета, занимающихся в подготовительной группе на занятиях физической культурой. Для анализа параметров вариабельности сердечного ритма: rNN50 и SDNN, HF и LF, TP и VLF, использовалась система спортивного тестирования MedicalSoft (вариант MS FIT – 01, Россия). Комплекс тестовых физических нагрузок включал: прыжок в длину, сгибания и разгибания туловища, челночный бег 3x10 м, бег на 100 м, подтягивание из виса на перекладине. Исходное исследование ВСП студентов проводили в состоянии физиологического покоя (контрольные показатели), затем после выполнения каждого моторного теста (экспериментальные показатели). Между физическими упражнениями разрешен короткий отдых 90 секунд. Для построения диаграмм использовалась программа «Graph». Результаты исследования. После воздействия дозированной физической нагрузки у 26,1% юношей параметры ВСП оказались в зоне нестабильности вегетативного обеспечения кардиоритма. Это проявляется в напряжении функционирования миокарда, вазомоторного центра, нейронов центральной нервной системы в поддержании гомеостаза в процессе физической активности, несмотря на достаточное время для восстановления. Такая инструментальная педагогическая технология может быть использована при планировании учебных занятий по физической культуре и спорту в образовательных учреждениях для подготовки к сдаче нормативов ГТО.

Ключевые слова: студенты, физкультурно-спортивный комплекс ГТО, вегетативный статус, вариабельность сердечного ритма.

## FEATURES OF THE VEGETATIVE STATUS OF STUDENTS AFTER LOAD TESTS VFSK GTO

Guryanov M.S.<sup>1</sup>, Martusevich A.K.<sup>1,2,3,4</sup>, Bocharin I.V.<sup>1,2</sup>, Kolokoltsev M.M.<sup>5</sup>, Romanova E.V.<sup>6</sup>, Kryukova O.D.<sup>7</sup>, Shirokova M.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Volga Research Medical University, Nizhny Novgorod, e-mail: msg210411@yandex.ru;

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, e-mail: cryst-mart@yandex.ru;

<sup>3</sup>National Research Nizhny Novgorod State University named after N.N. Lobachevsky, Nizhny Novgorod;

<sup>4</sup>FGBOU VO "First Moscow State Medical University named after I.I. THEM. Sechenov" (Sechenov University), Moscow;

<sup>5</sup>FGBOU VO "Irkutsk National Research Technical University", Irkutsk, e-mail: mihm49@mail.ru

<sup>6</sup>Altai State University, Barnaul, e-mail: romanovaev.2007@mail.ru;

<sup>7</sup>GBUZ NO "City Hospital 33", Nizhny Novgorod, e-mail: helga20002010@mail.ru

The study of the issues of instrumental testing of the cardiovascular system after exercise tests, included in the program of the All-Russian State Professional Organization of the GTO, seems to be timely and relevant. Target. To study the features of the manifestation of the parameters of heart rate variability in young men in response to the impact of test physical loads of the VFSK GTO. Material and methods. The study involved 70 students of the

Volga Research Medical University, who are engaged in the preparatory group in physical education classes. To analyze the parameters of heart rate variability: pNN50 and SDNN, HF and LF, TP and VLF, the MedicalSoft sports testing system was used (version MS FIT - 01, Russia). The complex of test physical activities included: long jump, flexion and extension of the torso, shuttle run 3x10 m, run 100 m, pull-ups from the hang on the bar. The initial HRV study of students was carried out in a state of physiological rest (control indicators), then after each motor test (experimental indicators). A short rest of 90 seconds is allowed between physical exercises. Graph program was used to build diagrams. Research results. After exposure to dosed physical activity in 26.1% of young men, the HRV parameters were in the zone of instability of the vegetative support of the heart rate. This is manifested in the tension of the functioning of the myocardium, vasomotor center, neurons of the central nervous system in maintaining homeostasis during physical activity, despite sufficient time for recovery. Such instrumental pedagogical technology can be used when planning lessons in physical culture and sports in educational institutions to prepare for passing the GTO standards.

---

Keywords: students, GTO sports complex, vegetative status, heart rate variability.

Эффективное развитие физической культуры и спорта в высших учебных учреждениях является важнейшей частью государственной социально-экономической политики Российской Федерации [1; 2]. Рядом исследователей отмечается определенный дефицит двигательной активности у студенческой молодежи [3; 4]. Гиподинамия может приводить к нарушению деятельности опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной, пищеварительной систем, появлению избыточной массы тела и ожирения, депрессиям и нервно-психическим расстройствам [5; 6]. Доказано, что ухудшение физического развития и физической подготовленности прямо пропорционально неблагоприятным изменениям в психическом здоровье человека [7].

Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс ГТО (ВФСК ГТО) направлен на повышение эффективности использования физической культуры для укрепления здоровья, гармоничного развития личности, например студенческой молодежи [8]. Поэтому возникает необходимость изучения влияния тестовых физических нагрузок, включенных в ВФСК ГТО, на функциональные сдвиги в организме человека. Наиболее значимые изменения при физических нагрузках возникают со стороны сердечно-сосудистой системы [9].

Одним из современных методов определения толерантности сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам и оценки резервных возможностей организма человека является использование метода вариабельности сердечного ритма (ВСР) [10; 11]. Этот инструментальный метод является достоверным, информативным и позволяет по толерантности организма к физической нагрузке распределить студентов на однородные группы. Известно, что использование биомедицинского контроля индивидуализирует учебный процесс физического воспитания студентов, повышает эффективность учебных занятий и снижает риск возникновения критических моментов в деятельности сердца [12].

В этой связи изучение адаптационных возможностей организма студентов с использованием ВСР-метода является своевременным и актуальным. Полагаем, что эта инструментальная педагогическая технология поможет оценить адекватность физических

нагрузок с учетом состояния здоровья обучающегося, обеспечить максимальный эффект от физических упражнений, провести коррекцию учебно-тренировочной программы занятий физической культурой для подготовки к сдаче нормативов ВФСК ГТО.

Цель. Изучить особенности проявления параметров variability сердечного ритма у юношей-студентов в ответ на воздействие тестовых физических нагрузок ВФСК ГТО.

**Материал и методы исследования.** В исследовании принимали участие 70 студентов-юношей Приволжского исследовательского медицинского университета, в возрасте 18-19 лет. Все юноши имели подготовительную медицинскую группу здоровья для учебных занятий физической культурой и спортом.

Для изучения влияния моторных тестов ВФСК ГТО на variability сердечного ритма юношей был выполнен данный исследовательский проект. Для оценки влияния тестирования силовых способностей мышц нижних конечностей на variability сердечного ритма юношей применяли тест «прыжок в длину» (3 повторения подряд). Для оценки влияния силы мышц туловища на ВСР - тест «сгибание и разгибание туловища в положении лежа на спине» (количество раз за одну минуту), силы мышц верхних конечностей - тест «подтягивание из вися на перекладине» (количество раз). Оценка двигательных качеств «координационные способности» и «скоростно-силовая выносливость» юношей проводили с использованием теста «челночный бег 3x10 метров» на максимальной скорости. По результатам теста «бег на 100 метров» на максимальной скорости оценивали влияние тестирования физического качества «быстрота» на ВСР.

Исходное исследование ВСР каждого студента проводили в состоянии физиологического покоя (контрольные показатели), затем после выполнения каждого моторного теста (экспериментальные показатели). Между тестовыми физическими упражнениями предусмотрен короткий отдых продолжительностью 90 секунд.

Для записи кардиоинтервалограммы с достижением объема в 256 кардиоциклов использовали систему спортивного тестирования параметров ВСР «MedicalSoft» (вариант MS FIT – 01, Россия). Изучение адаптационного ответа сердечно-сосудистой системы юношей на тестовую нагрузку осуществляли по показателям протокола, где рNN50 - количество NN-интервалов, которые отличаются от предыдущего на 50 мс и > за весь период записи, %; SDNN - стандартное отклонение средних NN интервалов; HF и LF - мощности спектра в области высоких и низких частот соответственно; индекс вегетативного равновесия LF/HF - отношение низкочастотной и высокочастотной мощностей спектра; VLF - значение мощности спектра в области очень низких частот в %; TP - суммарная мощность спектра. Анализ особенностей вегетативного статуса каждого студента по параметрам ВСР проведен в соответствии с возрастными особенностями и нормативами, разработанными рабочей группой

Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии.

С помощью программы Graph построены диаграммы распределения студентов в пространстве двух параметров, имеющих различное физиологическое значение.

Данные, полученные в ходе исследования, обрабатывали с использованием программного пакета Statistica 6.1 для Windows. Были использованы общепринятые параметрические показатели расчета. Сравнение средних значений показателей в выборках относительно контроля (состояния физиологического покоя) выполнялось попарно с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считались значимыми при  $p < 0.05$ .

**Результаты исследования и обсуждение.** В начале исследовательского проекта анализировали статистические параметры вариабельности сердечного ритма, где обращалось внимание на показатели SDNN (стандартное отклонение NN интервалов) и pNN50 (доля NN интервалов, отличающихся от предыдущего на 50 мс, за весь период записи), рисунок 1.

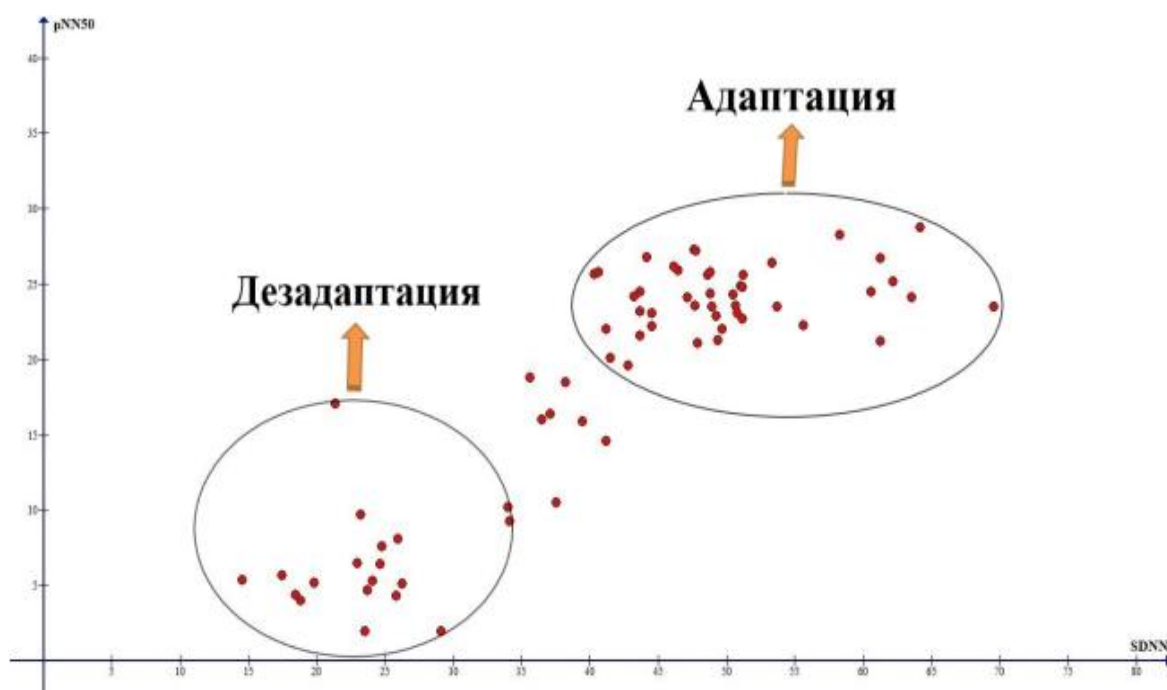


Рис. 1. Распределение юношей по значениям показателей SDNN и pNN50

В норме деятельность сердца человека осуществляется с помощью автономной нервной регуляции. В нашем исследовательском проекте после выполнения моторных тестов достоверно установлено, что у юношей на фоне уменьшения значения показателей параметра pNN50 и дезадаптационных сдвигов отмечается и низкое значение показателя параметра SDNN ( $p < 0,05$ ). Такое соотношение параметров было зафиксировано у 19 (27,1%) студентов. У этих юношей зарегистрировано преобладание центральных механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы, что свидетельствует о недостаточных резервных возможностях

организма юношей и низкой толерантности к физической нагрузке. Эти данные согласуются с материалами исследования параметров  $rNN50$  и  $SDNN$  variability сердечного ритма других авторов [10; 11].

У 7 юношей (10,0%) выявлена тенденция как к наличию дезадаптации, так и к адаптационным изменениям, что обуславливает умеренный характер изменений. У 44 студентов (62,9%) отмечена удовлетворительная адаптация на используемый комплекс физических упражнений, что подтверждается достоверными ( $p < 0,05$ ) значениями вышеперечисленных параметров в диапазоне физиологической нормы с умеренной симпатической регуляцией кардиоритма и преобладанием автономной регуляции сердца.

Проведенное нами наблюдение за соотношением низкочастотного (LF) и высокочастотного (HF) компонентов спектрального анализа variability ритма сердца юношей позволило расширить научное представление об адаптивных возможностях кардиореспираторной системы и его резервных возможностях, рисунок 2.

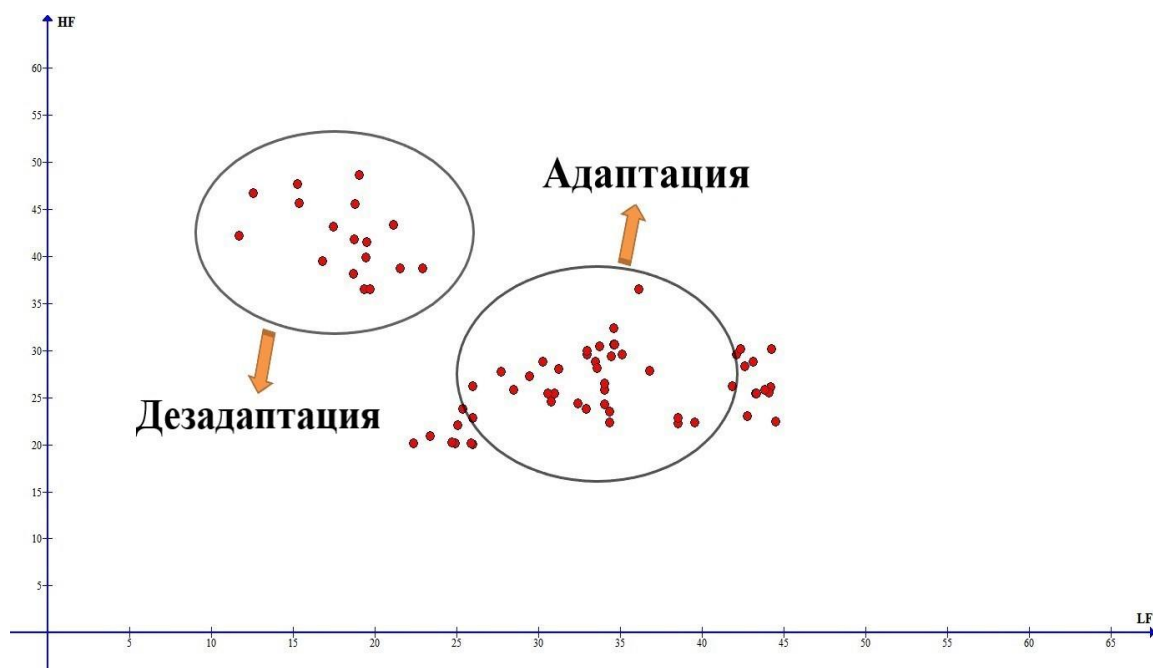


Рис. 2. Распределение юношей по показателям высокочастотной и низкочастотной составляющей мощности спектра

Анализ этих компонентов позволил определить достаточно высокий уровень адаптационных возможностей у 33 юношей (47,1%) и высокий уровень толерантности организма к физическим нагрузкам. При этом наблюдаются некоторые отклонения с незначительным выходом за нижнюю границу физиологического диапазона у незначительного количества студентов. Нами отмечено большое увеличение параметра HF компонента спектрограммы с одновременным снижением симпатической регуляции (LF), что

можно трактовать как состояние перенапряжения и истощения резервных возможностей адаптации организма юношей. Это сопряжено с ранее исследуемыми статистическими параметрами  $rNN50$  и  $SDNN$  variability сердечного ритма. Данная картина была зафиксирована у 17 (24,3%) обследуемых студентов. По результатам анализа ВСР этих студентов можно отнести в группу риска возникновения возможных критических ситуаций в деятельности сердечно-сосудистой системы. При выполнении физических нагрузок на занятиях за такими студентами должен осуществляться постоянный педагогический контроль со стороны преподавателей физического воспитания.

Важными исследуемыми параметрами ВСР являются показатели спектрограммы – общая мощность спектра (TP) и очень низкочастотная (VLF) составляющая спектрального анализа, рисунок 3. Эти параметры дополняют информацию о наличии напряжения в работе сердечно-сосудистой системы, что отражается в резком снижении общей мощности спектра.

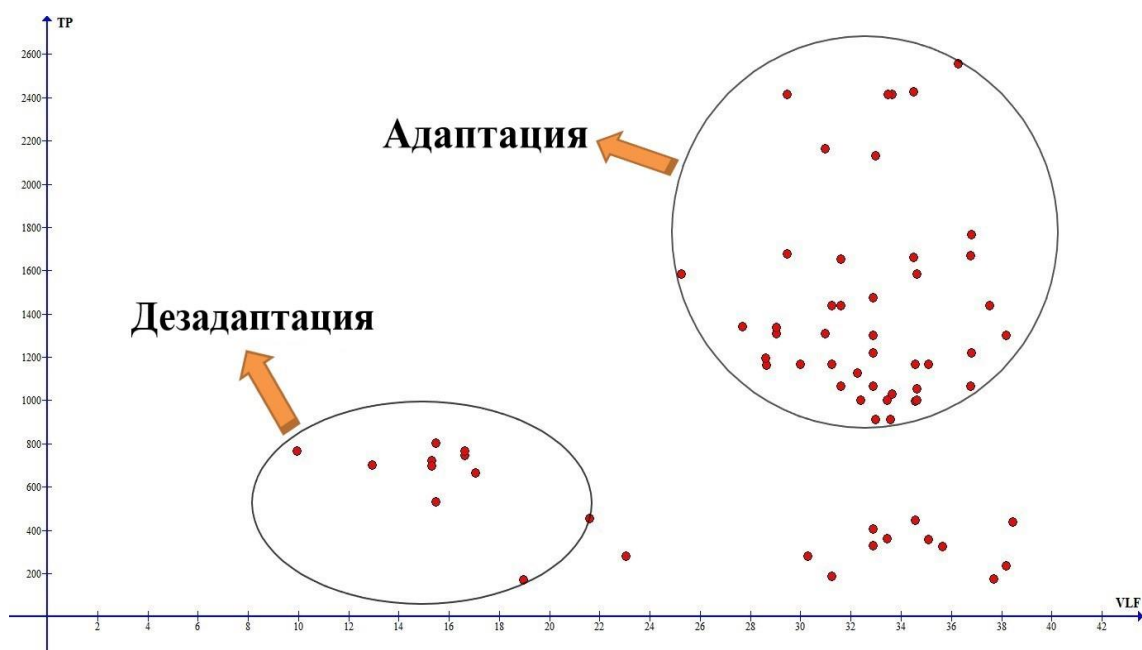
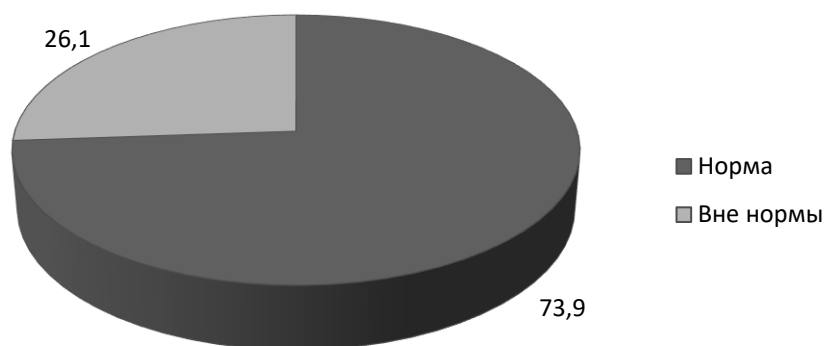


Рис. 3. Распределение юношей по показателям общей и очень низкочастотной мощностей спектра

Нами было установлено, что у 11 обследуемых студентов (15,7%) зафиксировано одновременное снижение мощности спектра в области очень низких частот, что свидетельствует об активном включении центрального механизма регуляции, развитии энергодефицитного состояния и подключении гуморального механизма поддержки деятельности сердечно-сосудистой системы. У некоторых юношей отмечается нормативное значение VLF, нестабильность в изменении вариации сердечного ритма после воздействия тестовых физических упражнений. Однако низкий уровень общей мощности спектра не

позволяет отнести их в группу с хорошими адаптационными резервами. В зоне физиологического норматива оба параметра зафиксированы у 43 (61,4%) студентов, что позволяет трактовать данную тенденцию параметров TP и VLF variability сердечного ритма юношей как адаптивную с достаточными резервными возможностями и толерантностью организма к физическим нагрузкам.

Таким образом, установлено, что в процессе тестирования юношей на аппаратном комплексе MedicalSoft после выполнения тестовых физических упражнений у 73,9% исследуемых студентов значения variability сердечного ритма в пределах нормативной физиологической нормы, рисунок 4.



*Рис. 4. Распространенность сдвигов в показателях variability сердечного ритма у студентов после физической нагрузки*

Более четверти юношей (26,1%) имеют нарушения параметров variability сердечного ритма, что характеризует нестереотипную реакцию сердечно-сосудистой системы студентов на физические упражнения комплекса ГТО. Это проявляется в напряжении функционирования сердечной мышцы, вазомоторного центра, нейронов центральной нервной системы в поддержании гомеостаза в процессе физической активности у тестируемых лиц. Наши данные согласуются с мнением других исследователей [13; 14] и указывают на необходимость мониторинговых наблюдений за процессом дезадаптационных изменений и анализа функционирования регуляторных механизмов организма юношей, выполняющих физические нагрузки. Это необходимо для исключения возможности возникновения донологических и преморбидных состояний при планировании уровня сложности и интенсивности физической нагрузки на учебных занятиях физического воспитания в подготовительный период к сдаче нормативов ВФСК ГТО.

**Выводы.** Установлено, что инструментальный метод спортивного тестирования с использованием аппарата MedicalSoft можно использовать в педагогической практике физического воспитания для оценки состояния вегетативной регуляции сердечного ритма и предупреждения риска возникновения критических моментов в работе сердечно-сосудистой системы студентов во время учебно-тренировочного занятия.

По результатам двумерного анализа построенных диаграмм установлена неоднородность возможностей сердечно-сосудистой системы студентов к выполнению физических упражнений. Это наблюдается в особенностях реакции отдельных юношей в показателях вариабельности сердечного ритма, где 26,1% обучающихся оказались в зоне нестабильности вегетативного обеспечения кардиоритма. У них проявляется напряжение функционирования миокарда, вазомоторного центра, нейронов центральной нервной системы в поддержании гомеостаза в процессе физической активности, несмотря на достаточное время для восстановления после выполнения тестовых физических нагрузок.

Анализ полученных данных позволил установить относительную нестабильность вегетативного обеспечения у некоторых студентов и дифференцировать тип вегетативного обеспечения после воздействия дозированной физической нагрузки. Предложенная нами инструментальная педагогическая методика проведения контрольного тестирования моторных качеств студентов может использоваться при планировании учебных занятий физической культурой и спортом.

### Список литературы

1. Дрейко Н.Ю., Данилова А.В. Психолого-педагогические условия сопровождения выполнения нормативов ГТО для взрослого населения // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2018. № 4 (158). С. 82-85.
2. Киселев Я.В., Бочарин И.В. Гурьянов М.С., Капков Е.А. Факторы, влияющие на преждевременное завершение спортивной легкоатлетической карьеры // Современные проблемы физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. 2019. С. 41-45.
3. Olafsdottir A.S., Torfadottir J.E., Arngrimsson S.A. Health Behavior and Metabolic Risk Factors Associated with Normal Weight Obesity in Adolescents. PLoS ONE. 2016. № 11 (8). DOI: 10.1371/journal.pone.0161451.



4. Chekhovska M., Shevtsiv L., Zhdanova O., Chekhovska L. Fitness in school physical education lessons. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20 (Supplement issue 1). Art 60. P. 420 – 424. DOI: 10.7752/jpes.2020.s1060.
5. Классина С.Я., Фудин Н.А. Состояние центральной и вегетативной нервной систем человека в восстановительный период после отказа от интенсивной физической нагрузки // *Вестник новых медицинских технологий*. 2015. Т. 15. № 3. С. 122-126.
6. Кириллова Т.Г., Ефимова Т.Н. Адаптационные механизмы к обучению в вузе студентов академии физической культуры и спорта // *Таврический научный обозреватель*. 2016. № 11-3 (16). С. 43-45.
7. Снежницкая В.В., Бурханова И.Ю., Стафеева А.В. Оптимизация учебного процесса по физической культуре на основе использования современных физкультурно-спортивных технологий // *Проблемы современного педагогического образования*. 2018. № 61-3. С. 271-275.
8. Об утверждении государственных требований к уровню физической подготовленности населения при выполнении нормативов Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО). Приказ Министерства спорта РФ от 8 июля 2014 г. № 575. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70609946/> (дата обращения: 05.07.2022).
9. Guzii O., Romanchuk A., Mahlovanuy A. Post-loading dynamics of heart rate variability indices in highly qualified athletes in the formation of overstrains by sympathetic and parasympathetic types. *Art Med*. 2020. № 4 (16). P. 28-36. DOI: 10.21802/artm.2020.4.16.28
10. Christiani M., Grosicki G., Flatt A. Cardiac-autonomic and hemodynamic responses to a hypertonic, sugar-sweetened sports beverage in physically active men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2021. № 24. P. 1-7. DOI: 10.1139/apnm-2021-0138.
11. Мартусевич А.К., Бочарин И.В., Ронжина Н.А., Апоян С.А., Диленян Л.Р., Гурьянов М.С. Особенности variability сердечного ритма у студентов-спортсменов // *Международный журнал биомедицины*. 2021. № 11 (2). С. 169-172.
12. Deschodt-Arsac V., Lalanne R., Spiluttini B., Bertin C., Arsac L.M. Effects of heart rate variability biofeedback training in athletes exposed to stress of university examinations. *PLoS One*. 2018. № 13(7). P.e0201388. DOI: 10.1371/journal.pone.0201388.
13. Misigoj Durakovic M., Durakovic Z., Prskalo I. Heart ratecorrected QT and JT intervals in electrocardiograms in physically fit students and student athletes. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2016. № 21 (6). P. 595–603. DOI: 10.1111/anec.12374.
14. Tomás Reyes-Amigo, Javier Saa Molina, Gonzalo Martinez Mera, Josivaldo De Souza Lima, Jessica Ibarra Mora, Johana Soto-Sánchez Contribution of high and moderate-intensity physical

education classes to the daily physical activity level in children. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21 (1). Art 4. P. 29-35. DOI: 10.7752/jpes.2021.01004.