

DOI 10.22363/2313-0245-2021-25-2-127-135
УДК 612.13

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
RESEARCH ARTICLE

Анализ электрокардиограммы студентов с разным уровнем двигательной активности

А.С. Емельянова¹, Л.А. Симонян², Е.Е. Степура^{2*}

¹Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, г. Рязань, Российская Федерация

²Государственный социально-гуманитарный университет, г. Коломна, Российская Федерация

*chimik89@mail.ru

Аннотация. *Актуальность.* Оценка функционального состояния организма является одной из ведущих задач физиологии. В статье рассматривается анализ исходного вегетативного статуса студентов с разным уровнем двигательной активности. *Материалы и методы.* Регистрация и анализ variability сердечного ритма проведен с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5». Оценена сердечная деятельность студентов, занимающихся физической культурой в рамках образовательного процесса на основе анализа variability сердечного ритма. *Результаты и обсуждение.* Выявлено, что среди всего изученного массива студентов (при дифференцировании исходного вегетативного статуса, рассчитанного по индексу напряжения) «нормотоники» характеризуются оптимальным соотношением между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы. При этом значение коэффициента физической активности у исследованных данной группы определялся на уровне значений $1,73 \pm 0,1$. *Выводы.* Для ваготоников значение триангулярного индекса составляло $2,5 \pm 0,2$ у.е., что подтверждает представление о повышении влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Значение у нормотоников – $2,2 \pm 0,1$ у.е. Данная группа характеризовалась равновесием между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. У симпатикотоников – $1,9 \pm 0,5$ у.е., что подтверждает представление о повышении влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. У гиперсимпатикотоников – $1,1 \pm 0,4$ у.е. Для обеспечения адекватного функционирования сердечно-сосудистой системы и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам у студентов необходимо формировать уровень двигательной активности, количественно соответствующий коэффициенту физической активности не ниже 1,75.

Ключевые слова: электрокардиограмма, сердечно-сосудистая система, индекс напряжения, исходный вегетативный тонус, коэффициент физической активности

Вклад авторов: Емельянова А.С. – концепция и дизайн исследования, обсуждение результатов. Степура Е.Е. – планирование и выполнение экспериментальной части исследования. Симонян Л.А. – обсуждение результатов, оформление введения и формулировка заключения.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 26.01.2021. Принята 11.02.2021.

© Emelyanova A.S., Simonyan L.A., Stepura E.E., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Для цитирования: Емельянова А.С., Симонян Л.А., Степура Е.Е. Анализ электрокардиограммы студентов с разным уровнем двигательной активности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2021. Т. 25. № 2. С. 127—135. doi: 10.22363/2313-0245-2021-25-2-127-135

Heart rate variability analysis of students with different motor activity levels

A.S. Emelyanova¹, L.A. Simonyan², E.E. Stepura^{2*}

¹Ryazan State Agrotechnological University, Ryazan, Russian Federation

²State Social and Humanitarian University, Kolomna, Russian Federation

*Corresponding author: chimik89@mail.ru

Annotation. Relevance. Assessment of the functional state of the body is one of the leading tasks of physiology. The article deals with the analysis of the initial vegetative status of students with different levels of motor activity. **Materials and Methods.** Registration and analysis of the heart rate variability was carried out with the help of a modern complex electrophysiological laboratory «CONAN–4.5». The heart activity of students engaged in physical culture within the educational process was evaluated on the basis of heart rate variability analysis. **Results and Discussion.** It was revealed that among the entire studied array of students (with the differentiation of the initial vegetative status calculated according to muscle tension index), «normotonics» are characterized by an optimal ratio between the parasympathetic and sympathetic divisions of the autonomic nervous system. At the same time, the value of the coefficient of physical activity in the studied group was determined at the level of 1.73 ± 0.1 . **Conclusion.** For vagotonics, the value of the triangular index was 2.5 ± 0.2 conventional units (CU), which confirms the idea of an increase in the influence on the autonomic nervous system. The value for normotonics is 2.2 ± 0.1 CU. This group was characterized by the balance between the sympathetic and parasympathetic parts of the autonomic nervous system. In sympathicotonicity – 1.9 ± 0.5 CU, which confirms the idea of increasing the influence of the sympathetic division of the autonomic nervous system. In hypersympathicotonicity – 1.1 ± 0.4 CU. To ensure adequate functioning of the cardiovascular system and for normal adaptation to physical exertion in students, it is necessary to form a level of motor activity that quantitatively corresponds to a coefficient of physical activity of at least 1.75.

Key words: electrocardiogram, cardiovascular system, stress index, initial vegetative tone, physical activity coefficient

Author contributions: concept and design of the study, discussion of the results – A.S. Emelyanova; planning and execution of the experimental part of the study – E.E. Stepura; discussion of the results, design of the introduction and formulation of the conclusion – L.A. Simonyan.

Conflict of interest statement. The authors stated that there was no conflict of interest.

Received 26.01.2021. Accepted 11.02.2021.

For citation: Emelyanova AS, Simonyan LA, Stepura EE. Heart rate variability analysis of students with different motor activity levels. *RUDN Journal of Medicine*. 2021;25(2):127—135. doi: 10.22363/2313-0245-2021-25-2-127-135

Введение

При физических нагрузках происходит развитие функциональных резервов организма и его адаптация, а уровень двигательной активности определяет их количественный эквивалент [1—7]. В научных статьях авторов Доронцева А.В. и Козлятникова О.А. отмечается, что имеется взаимосвязь между такими

показателями, как физическое развитие и физическая подготовленность организма студентов [8—12]. При физических нагрузках наблюдается изменение функциональных систем, изменение адаптивно-регуляторных систем, предопределяя дальнейший ход адаптации организма. На функциональные резервы организма влияет не только тренировочная деятельность,

но и учебная нагрузка, что предъявляет повышенные требования к состоянию здоровья студентов [13—19].

Цель научной работы – провести анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) у студентов с учетом уровня двигательной активности.

Задачи данной работы заключаются в следующем:

- 1) провести регистрацию ЭКГ у студентов с разным коэффициентом физической активности (КФА);
- 2) провести математический анализ ВСР студентов с разным коэффициентом физической активности с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5»;
- 3) установить исходный вегетативный тонус на основе индекса напряжения у студентов с разным КФА;
- 4) проанализировать полученные числовые значения первичных показателей ВСР – мода, амплитуда моды и вариационный размах – и частоту сердечных сокращений, полученных на основе обработки электрокардиограммы;
- 5) проанализировать триангулярный индекс ВСР студентов с разным КФА;
- 6) определить взаимосвязь КФА и показателей ВСР.

Материалы и методы

Регистрацию частоты сердечных сокращений и ЭКГ проводили в покое у 100 студентов (31 девушка и 69 юношей, в возрасте от 18 до 22 лет). У всех участников исследования было получено информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и обработку персональных данных.

Все эксперименты проведены с соблюдением принципов биоэтики. Запись ЭКГ проводилась

с помощью комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5» с протоколированием показателей вариабельности сердечного ритма, рассчитанных по электрокардиограмме, с последующей компьютерной обработкой данных в Microsoft Excel 2007, программный пакет для статистического анализа Statistica10. Статистически значимыми считали $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Полученные электрокардиограммы были математически проанализированы. В ходе математического анализа были получены индексы напряжения каждого обследуемого студента. Для разделения индекса напряжения на группы мы воспользовались градацией числовых значений авторов Ширяева О.Ю. и Ивлевой Е.И. Они считали, что при стрессе или каких-либо заболеваниях значение показателя индекса напряжения возрастает. В своих исследованиях авторы выделили пять типов исходного вегетативного тонуса: ваготонический, нормотонический, симпатикотонический, сверхсимпатикотонический и запредельный сверхсимпатикотонический. В проведенных наших исследованиях все студенты были здоровые, и запредельный сверхсимпатикотонический тонус не был выявлен ни у одного студента (значение запредельного сверхсимпатикотонического тонуса составляет более 600 у.е.).

В результате проведенных исследований студенты были разделены на 4 группы, каждой группе соответствовал свой индекс напряжения (ИН) и предполагаемый исходный вегетативный тонус (ИВТ). Полученные соотношения индекса напряжения и предполагаемого исходного тонуса и количество исследуемых студентов, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Соотношение студентов на основе исходного вегетативного статуса

Индекс напряжения, у.е.	ИВТ по ИН	Количество обследуемых
≤30	Ваготония / vagotonia	10
31–120	Нормотония / normotonia	22
121–300	Симпатикотония / sympathicotonia	63
≥301	Гиперсимпатикотония / hypersympathicotonia	5

При анализе электрокардиограммы с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5» была установлена ча-

стота сердечных сокращений у студентов с разным исходным вегетативным статусом, полученные числовые значения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Частота сердечных сокращений студентов с разной вегетативной регуляцией

№	ИН, у.е.	ИВТ по ИН	ЧСС, уд/мин	Вид изменения ритма / отсутствие нарушения ритма
1	≤30	Ваготония	65 ± 0,13	Умеренная нормокардия
2	31–120	Нормотония	70 ± 0,21	Нормокардия
3	121–300	Симпатикотония	73 ± 0,16	Нормокардия
4	≥ 301	Гиперсимпатикотония	80 ± 0,27	Тахикардия

Примечание: достоверность различий ЧСС оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента, $p < 0,001$

При анализе таблицы 1 первая группа студентов (в количестве 10 человек) с ИН регуляторных систем до 30 у.е. с предполагаемым ИВТ – «ваготония» – характеризовалась преобладанием парасимпатической ВНС. В состоянии покоя у обследуемой группы частота сердечных сокращений – $65 \pm 0,13$ уд/мин ($p < 0,001$) – наблюдается умеренная нормокардия.

Во вторую исследуемую группу студентов (22 человека) с разным уровнем двигательной активности с ИН от 31 до 120 у.е. с предполагаемым ИВТ – «нормотония» – характеризовалась равновесным состоянием ВНС между парасимпатическим и симпатическим отделом, что свидетельствовало о активности парасимпатического отдела нервной системы. Частота сердечных сокращений составила $70 \pm 0,21$ уд/мин ($p < 0,001$) – нормокардия.

Третья группа студентов (63 человека) характеризовалась преобладанием симпатической ВНС с ИН

от 121 до 300 у.е. с предполагаемым ИВТ – «симпатикотония». Частота сердечных сокращений по сравнению с предыдущими группами больше на 8 и 3 уд/мин соответственно ваготония и нормотония и составила – $73 \pm 0,16$ уд/мин ($p < 0,001$) – нормокардия.

Для четвертой группы студентов (5 человек) характерно повышение показателя деятельности симпатической ВНС с ИН ≥ 301 у.е., с предполагаемым ИВТ – «сверхсимпатикотония». Частота сердечных сокращений составил $80 \pm 0,27$ уд/мин ($p < 0,001$), вид аритмии – тахикардия.

При анализе электрокардиограммы с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5» были получены и проанализированы числовые значения показателей variability сердечного ритма у студентов с разным исходным вегетативным статусом, полученные значения представлены в таблицах 3, 4, 5.

Таблица 3

Значение моды (Mo) variability сердечного ритма студентов

№	ИН, у.е.	ИВТ по ИН	Достоверность между группами	Mo, сек
1	≤ 30	Ваготония	1–3 ($p < 0,001$) 1–2 ($p < 0,001$) 1–4 ($p < 0,001$)	0,881±0,01
2	31–120	Нормотония	2–3 ($p < 0,001$) 2–4 ($p < 0,001$)	0,821±0,01
3	121–300	Симпатикотония	3–4 ($p < 0,01$)	0,792±0,01
4	≥ 301	Гиперсимпатикотония		0,763±0,01

Примечание: достоверность различий Mo оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента

Анализ таблиц 3, 4, 5 показал следующую физиологическую картину первичных показателей variability сердечного ритма у студентов, с разным исходным вегетативным статусом.

Анализ таблиц 3, 4, 5 показал следующую физиологическую картину первичных показателей variability сердечного ритма у студентов с разным исходным вегетативным статусом.

Мода – это диапазон значений наиболее часто встречающихся R-R-интервалов. У гиперсимпатикотоников составило $0,763 \pm 0,01$ сек ($p < 0,05$) – характеризовалась наименьшим значением часто встречающегося кардиоинтервала среди остальных обследованных групп.

У группы ваготоников парасимпатический отдел преобладает над симпатическим отделом ВНС, значение данного показателя – $0,881 \pm 0,1$ сек ($p < 0,05$). Наблюдается наименьшее значение ЧСС у студентов среди всего исследуемого массива.

Значение данного показателя у нормотоников составило $0,821 \pm 0,1$ сек ($p < 0,05$) – характеризовались равновесным состоянием вегетативной нервной

системы между парасимпатическим и симпатическим отделом, что свидетельствовало о тоне парасимпатического отдела ВНС.

Группа симпатикотоников, которая характеризовалась смещением вегетативного баланса в сторону симпатической вегетативной нервной системы – $0,792 \pm 0,1$ сек ($p < 0,05$).

Число кардиоинтервалов, которые соответствуют значению показателя моды, характеризует амплитуду моды. На преобладание автономного контура регуляции указывают низкие показатели данного параметра, на активность центрального контура регуляции – высокие значения.

Таблица 4

Значение амплитуды моды (АМо) варибельности сердечного ритма студентов

№	ИН, у.е	ИВТ по ИН	Достоверность между группами	АМо, %
1	≤ 30	Ваготония	1–2 ($p < 0,05$)	$40,3 \pm 1,2$
2	31–120	Нормотония	1–3 ($p < 0,001$)	$45,2 \pm 2,1$
3	121–300	Симпатикотония	1–4 ($p < 0,001$)	$52,4 \pm 3,5$
4	≥ 301	Гиперсимпатикотония	2–4 ($p < 0,001$) 3–4 ($p < 0,001$)	$89,3 \pm 8,4$

Примечание: достоверность различий АМо оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что наибольшее значение данного показателя наблюдается у гиперсимпатикотоников – $89,3 \pm 8,4$ % ($p < 0,01$), таким образом в процессе включается центральный контур регуляции.

Для группы обследуемых с ИВТ ваготония анализируемый показатель составил $40,3 \pm 4,2$ % ($p < 0,05$), а у группы обследуемых с ИВТ нормотония и симпатикотония – $45,2 \pm 2,1$ % ($p < 0,001$) и $52,4 \pm 3,5$ % ($p < 0,001$) соответственно. При анализе исследуемого показателя, низкие указывают на преобладание автономного контура регуляции.

У исследуемой группы с ИВТ ваготония анализ вариационного показателя – $0,651 \pm 0,02$ сек ($p < 0,05$), свидетельствует о снижении сократительных функций миокарда и преобладании ваготонического тонуса.

Данное значение анализируемого показателя в группе нормотоников составило $0,323 \pm 0,07$ сек ($p < 0,05$), что свидетельствует о тоне парасимпатического отдела нервной системы.

У обследуемых групп – симпатикотоников и гиперсимпатикотоников наименьшие показатели вариационного размаха – $0,222 \pm 0,04$ сек ($p < 0,05$) и $0,121 \pm 0,06$ сек ($p < 0,05$) соответственно. Это является следствием преобладания недыхательного компонента сердечного ритма и парасимпатического звена. Следовательно, для таких групп студентов характерна низкая адаптационная возможность, что может характеризоваться низкими показателями уровня врожденных резервов.

Таблица 5

Значение вариационного размаха (ΔX) варибельности сердечного ритма студентов с разным вегетативным статусом

№	ИН, у.е.	ИВТ по ИН	Достоверность между группами	ΔX, сек
1	≤ 30	Ваготония	1–2 ($p < 0,001$)	$0,651 \pm 0,02$
2	31–120	Нормотония	1–3 ($p < 0,001$)	$0,323 \pm 0,07$
3	121–300	Симпатикотония	1–4 ($p < 0,001$)	$0,222 \pm 0,04$
4	≥ 301	Гиперсимпатикотония	2–3 ($p < 0,001$) 2–4 ($p < 0,001$) 3–4 ($p < 0,001$)	$0,121 \pm 0,06$

Примечание: достоверность различий ΔX оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента

При анализе электрокардиограммы с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5», были получены и проанализированы значения триангулярного индекса

(TiNN) варибельности сердечного ритма у студентов, с разным исходным вегетативным статусом, полученные числовые значения данного показателя представлены в таблице 6.

Таблица 6

Показатели триангулярного индекса (TiNN) варибельности сердечного ритма студентов с разным вегетативным статусом

№	ИН, у.е.	ИВТ по ИН	Достоверность между группами	TiNN у.е.
1	≤ 30	Ваготония	1–2 (p<0,05) 1–3 (p<0,05) 1–4 (p<0,001) 2–4 (p<0,05)	2,5±0,1
2	31–120	Нормотония		2,2±0,1
3	121–300	Симпатикотония		1,9±0,2
4	≥ 301	Гиперсимпатикотония		1,1±0,4

Примечание: достоверность различий TiNN оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента

Для ваготоников, у которых парасимпатический отдел преобладает над симпатическим отделом ВНС, значение триангулярного индекса составило 2,5±0,1 у.е. (p<0,05), число сердечных сокращений уменьшается по сравнению с нормотониками, симпатикотониками и гиперсимпатикотониками. Это подтверждает представление о повышении влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Значение триангулярного индекса у нормотоников составило 2,2±0,1 у.е. (p<0,05). Данная группа характеризовалась равновесным состоянием вегетативной нервной системы между парасимпатическим и симпатическим отделом, что свидетельствовало о тоне парасимпатического отдела нервной системы.

У симпатикотоников, которые характеризовались преобладанием симпатического отдела вегетативной нервной системы, показатель данного значения составил 1,9±0,2 у.е. (p<0,05). Это подтверждает представление о повышении влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы.

У гиперсимпатикотоников значение триангулярного индекса составило 1,1±0,4 у.е. (p<0,05). Для данной группы студентов характерно уменьшение

наиболее часто встречающего кардиоинтервала среди всего массива.

Студентам был предложен тест для определения коэффициента физической активности. Коэффициент физической активности – это отношение среднесуточных затрат энергии человека к затратам энергии в состоянии покоя, к так называемой величине основного обмена.

В таблице 7 представлены значения коэффициента физической активности у студентов с разным исходным вегетативным статусом.

В первую группу вошли студенты с ИН до 30 у.е. с исходным вегетативным статусом «ваготония». Такая группа характеризовалась преобладанием парасимпатической вегетативной нервной системы. Коэффициент физической активности составил 1,41±0,1 баллов.

В первую группу вошли студенты с ИН до 30 у.е. с исходным вегетативным статусом «ваготония». Такая группа характеризовалась преобладанием парасимпатической вегетативной нервной системы. Коэффициент физической активности составил 1,41±0,1 баллов.

Таблица 7

Показатели коэффициента физической активности (КФА) у студентов с разным вегетативным статусом

№	ИН, у.е.	ИВТ по ИН	Достоверность между группами	КФА, баллы
1	≤ 30	Ваготония	1–2 (p<0,05) 1–3 (p<0,001) 1–4 (p<0,001) 2–3 (p<0,001) 2–4 (p<0,001) 3–4 (p<0,001)	1,41±0,1
2	31–120	Нормотония		1,73±0,1
3	121–300	Симпатикотония		2,01±0,1
4	≥ 301	Гиперсимпатикотония		2,42±0,2

Примечание: достоверность различий КФА оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента

В первую группу вошли студенты с ИН до 30 у.е. с исходным вегетативным тонусом «ваготония». Такая группа характеризовалась преобладанием парасимпатической вегетативной нервной системы. Коэффициент физической активности составил $1,41 \pm 0,1$ баллов.

Вторая группа с индексом напряжения от 31 до 120 у.е. с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «нормотония». Такая группа характеризовалась равновесным состоянием вегетативной нервной системы между парасимпатическим и симпатическим отделами. Коэффициент физической активности составил в данной группе студентов $1,73 \pm 0,1$ баллов.

Третья группа характеризовалась преобладанием симпатической вегетативной нервной системы с индексом напряжения от 121 до 300 у.е. с исходным вегетативным тонусом «симпатикотония». Для данной группы коэффициент физической активности составил $2,01 \pm 0,1$ баллов.

Четвертая группа характеризовалась значительным повышением показателей деятельности симпатической вегетативной нервной системы с индексом напряжения более 301 у.е., с исходным вегетативным тонусом «сверхсимпатикотония». Коэффициент физической активности составил $2,42 \pm 0,2$ баллов.

Выявлено, что среди всего изученного массива студентов (при дифференцировании исходного вегетативного тонуса, рассчитанного по индексу напряжения) «нормотоники» характеризовались оптимальным соотношением между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы. При этом значение коэффициента физической активности у исследованных данной группы определялся на уровне значений $1,73 \pm 0,1$ баллов. Таким образом, для обеспечения адекватного функционирования сердечно-сосудистой системы и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам у студентов необходимо формировать уровень двигательной активности, количественно соответствующий коэффициенту физической активности не ниже 1,75 баллов.

Выводы

В ходе регистрации и математического анализа variability сердечного ритма у студентов с помощью современной комплексной электрофизио-

логической лаборатории «CONAN – 4.5» пришли к следующим выводам.

1. В результате исследований испытуемые студенты разделились на четыре подгруппы: в первую подгруппу с исходным вегетативным тонусом ваготония вошли 10 человек, во вторую с предполагаемым исходным вегетативным тонусом – нормотония – 22 студента, в третью подгруппу с исходным вегетативным тонусом – симпатикотония – 63 студента, а в четвертую с исходным вегетативным тонусом – гиперсимпатикотония – 5 человек.

2. Значение моды у гиперсимпатикотоников – $0,76 \pm 0,01$ сек. Для ваготоников, у которых преобладает парасимпатический отдел, значение составило $0,88 \pm 0,1$ сек. У нормотоников оно составило $0,82 \pm 0,1$ сек – наблюдается равновесие в вегетативном статусе ВНС. У симпатикотоников – $0,79 \pm 0,1$ сек.

3. Наибольшее значение показателя АМо характерно для исследуемой группы – гиперсимпатикотоников – $89,3 \pm 8,4$ %. Наименьшее значение для ваготоников – $40,3 \pm 4,2$ %, а промежуточные значения составили у групп нормотоников и симпатикотоников – $45,2 \pm 2,1$ % и $52,4 \pm 3,5$ % соответственно.

4. У исследуемой группы ваготоников вариационный размах – $0,651 \pm 0,02$ сек, преобладает ваготонический тонус. Нормотоники – $0,323 \pm 0,07$ сек, что свидетельствует о тоне ПО ВНС и преобладанием дыхательных изменений сердечного ритма. У групп – симпатикотоников и гиперсимпатикотоников составило $0,222 \pm 0,04$ сек и $0,121 \pm 0,06$ сек соответственно.

5. Для ваготоников значение треугольного индекса составляло $2,5 \pm 0,2$ у.е., что подтверждает представление о повышении влияния ПО ВНС. Значение у нормотоников – $2,2 \pm 0,1$ у.е. Данная группа характеризовалась равновесием между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. У симпатикотоников – $1,9 \pm 0,5$ у.е., что подтверждает представление о повышении влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. У гиперсимпатикотоников – $1,1 \pm 0,4$ у.е.

6. Для обеспечения адекватного функционирования сердечно-сосудистой системы и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам у студентов необходимо формировать уровень двигательной активности, количественно соответствующий коэффициенту физической активности не ниже 1,75.

Библиографический список

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. М.: РУДН, 2006. С. 281-290.
2. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015. № 2. С. 108.
3. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика // Клиническая информатика и телемедицина. 2004. № 1. С. 54–64.
4. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин И.В. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиологических систем // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 15–20.
5. Бондарев С.А. Облачные технологии регистрации ЭКГ в тренировочном цикле и профилактике внезапной смерти спортсмена // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 24-25.
6. Бондарев С.А. Применение облачных технологий регистрации ЭКГ для контроля сердечной деятельности спортсменов // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2016. Т. 11. № 2. С. 517–519.
7. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. М., 2007. 640 с.
8. Макаров Л.М., Комолятова В.Н., Киселева И.И. Особенности ЭКГ у молодых спортсменов уровня высшего спортивного мастерства // Прикладная спортивная наука. 2015. № 2. С. 108–114.
9. Судakov К.В. Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем // Успехи физиологических наук. 1995. Т. 26 № 4. С. 3–27.
10. Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Ивануцкий А.В. Функциональная диагностика в кардиологии. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2005. С. 700.
11. Голухова Е.З. Неинвазивная аритмология. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2002. С. 200.
12. Akselrod S., Gordon D., Ubel F.A. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control // Science. 1999. Vol. 213. P. 220–222.
13. Algra A., Tijssen J.G., Roelandt J.R. Contribution of the 24 hour electrocardiogram to the prediction of sudden coronary death // Br. Heart J 2003. Vol. 70. P. 421–427.
14. Algra A., Tijssen J.G., Roelandt J.R. Heart rate variability from 24-hour electrocardiography and the 2-year risk for sudden death // Circulation. 1998. Vol. 88. № 1. P. 180–185.
15. Barutcu I., Esen A.M., Kaya D. Cigarette smoking and heart rate variability: Dynamic influence of parasympathetic and sympathetic maneuvers // Ann. Noninvasive Electrocardiol. 2005. Vol. 10. P. 324–329.
16. Berger R.D., Saul J.P., Cohen R.J. Assessment of autonomic response by broad-band respiration // Trans. Biomed. Eng. 1999. Vol. 36. P. 1061–1065.
17. Bigger J.T., Fleiss J.L., Steinman R.C. RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction // Circulation. 1995. Vol. 91. P. 1936–1943.
18. Bigger J.T., Fleiss J.L., Kleiger R. The Multicenter Post-infarction Research Group: The relationship among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in 2 years after myocardial infarction // Ibid. 1984. Vol. 69. P. 250-257.
19. Bigger J.T., Fleiss J.L., Rolnitzky L.M. Stability over time of

heart period variability in patients with previous myocardial infarction and ventricular arrhythmias // Cardiol. 1992. Vol. 69. P. 718–723.

References

1. Agadzhanian NA, Baevsky RM, Berseneva AP. *Problems of adaptation and the doctrine of health*. Moscow. Publishing house RUDN. 2006;281-290. (In Russ).
2. Baevsky RM, Ivanov GG. Heart rate variability: theoretical aspects and clinical application possibilities. *Ultrasound and functional diagnostics*. 2015;2:108. (In Russ).
3. Baevsky RM. Analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice. *Clinical Informatics and telemedicine*. 2004;1:54–64. (In Russ).
4. Baevsky RM, Ivanov GG, Chireikin IV. Analysis of heart rate variability in the use of various electrocardiological systems. *Bulletin of Arrhythmology*. 2001;24: 15-20. (In Russ).
5. Bondarev SA. Cloud technologies of ECG registration in the training cycle and prevention of sudden death of an athlete. *Materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation*. 2016;24-25. (In Russ).
6. Bondarev SA. Application of cloud technologies for ECG registration for monitoring the cardiac activity of athletes. *Health - the basis of human potential: problems and ways to solve them*. 2016;11(2):517-519. (In Russ).
7. Kulaichev AP. *Methods and means of complex data analysis*. M. 2007;640. (In Russ).
8. Makarov LM, Komolyatova VN, Kiseleva II. Features of ECG in young athletes of the highest sports skill level. *Applied sports science*. 2015;2:108-114. (In Russ).
9. Sudakov KV. Information principle in physiology: analysis from the standpoint of the general theory of functional systems. *Advances in physiological sciences*. 1995;26(4):3-27. (In Russ).
10. Bockeria LA, Golukhova EZ, Ivanitsky AV. *Functional diagnostics in cardiology*. M.: Bakulev them. A. N. After Bakulev RAMS. 2005;700.
11. Golukhova EZ. *Non-invasive Arrhythmology*. M.: Bakulev Them. RAMS. 2002. 200. (In Russ).
12. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 1999;213:220–222.
13. Algra A, Tijssen JG, Roelandt JR. Contribution of the 24 hour electrocardiogram to the prediction of sudden coronary death. *Br. Heart J*. 2003;70:421–427.
14. Algra A, Tijssen JG, Roelandt JR. Heart rate variability from 24-hour electrocardiography and the 2-year risk for sudden death. *Circulation*. 1998;88(1): 180–185.
15. Barutcu I, Esen AM, Kaya D. Cigarette smoking and heart rate variability: Dynamic influence of parasympathetic and sympathetic maneuvers. *Ann. Noninvasive Electrocardiol*. 2005;10:324–329.
16. Berger RD, Saul JP, Cohen RJ. Assessment of autonomic response by broad-band respiration. *Trans. Biomed. Eng*. 1999;36:1061–1065.
17. Bigger JT, Fleiss JL, Steinman RC. RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction. *Circulation*. 1995;91:1936–1943.

18. Bigger JT, Fleiss JL, Kleiger R. The Multicenter Postinfarction Research Group: The relationship among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in 2 years after myocardial infarction. *Ibid.* 1984;69: 250-257.

19. Bigger JT, Fleiss JL, Rolnitzky LM. Stability over time of heart period variability in patients with previous myocardial infarction and ventricular arrhythmias. *The CAPS and ESSEM investigators. Am. J. Cardiol.* 1992;69:718–723.

Corresponding author: Stepura Evgeny Evgenievich – PhD of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Disciplines State Educational Institution of Higher Education of the Moscow Region «State Social and Humanitarian University», 140411, Zelenaya str., 30, Kolomna, Russia. E-mail: chimik89@mail.ru

Emelyanova A. S. ORCID: 0000–0002–0622–8626

Simonyan L. A.: ORCID: 0000–0002–5596–294X

Stepura E. E. SPIN: ORCID: 0000–0002–0554–6331

Ответственный за переписку: Степура Евгений Евгеньевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Государственный социально-гуманитарный университет», Россия, 140411, г. Коломна, ул. Зеленая, д. 30. E-mail: chimik89@mail.ru

Емельянова А. С. SPIN: 3024–8527; ORCID: 0000–0002–0622–8626

Симонян Л. А.: SPIN: 3343–9019; ORCID: 0000–0002–5596–294X

Степура Е. Е. SPIN: 2786–1539; ORCID: 0000–0002–0554–6331