

**УДК 612.13**

## **АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

*Емельянова А. С.<sup>1</sup>, Симонян Л. А.<sup>2</sup>, Степура Е. Е.<sup>2</sup>*

*ФГБОУ ВО РГГУ имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

*ГОУ ВО Московской области ГСГУ, Коломна, Россия*

*E-mail: chimik89@mail.ru*

В статье рассматривается анализ исходного вегетативного статуса студентов с разным уровнем двигательной активности. Регистрация и анализ ВСР проведен с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5». Оценена сердечная деятельность студентов занимающихся физической культурой в рамках образовательного процесса на основе анализа ВСР. Выявлено, что среди всего изученного массива студентов (при дифференцировании ИВТ, рассчитанного по ИН) «нормотоники» характеризуются оптимальным соотношением между парасимпатическим и симпатическим отделами ВНС. При этом значение коэффициента физической активности у исследованных данной группы определялся на уровне значений  $1,73 \pm 0,1$ . Для нормальной адаптации к физическим нагрузкам у студентов, необходимо формировать уровень двигательной активности, количественно соответствующий КФА физической активности не ниже 1,75.

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

### **ВВЕДЕНИЕ**

Физические нагрузки играют важную роль в развитии функциональных резервов организма, а уровень двигательной активности определяет их количественный эквивалент [1, 9]. В работах Доронцева А. В. и Козлятникова О. А., отмечается, что установлена взаимосвязь между показателями физического развития, физической подготовленности и состоянием здоровья обучающихся [2–4]. В то же время тренировочная деятельность параллельно с учебными нагрузками предъявляет повышенные требования к функциональным резервам организма. Физические нагрузки, могут вызвать целый ряд изменений в функциональных системах гомеостатического уровня, изменить регуляторно-адаптивный статус организма, предопределяя настоящий и дальнейший ход адаптации [5–8].

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) – это физиологическое явление, заключающееся в непрерывном изменении длительности кардиоциклов. Анализ ВСР основан на измерении временных интервалов между соседними R-зубцами электрокардиограммы. Математическая обработка ЭКГ позволяет получить ряд временных, спектральных и геометрических показателей, благодаря которым осуществляется объективная оценка состояния вегетативной нервной системы (ВНС), в том числе ее симпатического (СО) и парасимпатического (ПО) отделов.

Данный метод позволяет исследовать и оценить механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы, а также напряжение регуляторных систем.

В связи с этим цель данной работы – провести анализ variability сердечного ритма у студентов с учётом уровня двигательной активности.

Задачи данной работы заключаются в следующем: 1) провести регистрацию ЭКГ у студентов с разным уровнем двигательной активности; 2) провести математический анализ variability сердечного ритма студентов с разным уровнем двигательной активности с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5»; 3) установить исходный вегетативный тонус на основе индекса напряжения у студентов; 4) получить и проанализировать числовые значения первичных показателей variability сердечного ритма (мода, амплитуда моды и вариационный размах) и частоту сердечных сокращений, полученных на основе обработки электрокардиограммы; 5) проанализировать триангулярный индекс variability сердечного ритма студентов, с разным уровнем двигательной активности; 6) определить взаимосвязь уровня двигательной активности и показателей variability сердечного ритма.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Регистрацию частоту сердечных сокращений и ЭКГ проводили в покое у студентов. На добровольной основе были обследованы 100 студентов, из них 31 девушка и 69 юношей. Возраст обследуемых – от 18 до 22 лет. На момент обследования учащиеся не предъявляли жалоб и не имели в анамнезе патологий сердечно-сосудистой системы. Запись ЭКГ проводилась с помощью комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5» с протоколированием следующих показателей variability сердечного ритма: частота сердечных сокращений (ЧСС), мода (Мо), амплитуда моды (АМо), вариационный размах ( $\Delta X$ ) и индекс напряжения (ИН), с последующей компьютерной обработкой данных в Microsoft Excel 2007 программный пакет для статистического анализа Statistical10. Для оценки достоверности отличий использовали t-критерий Стьюдента.

Согласно цветовой маркировке, красный электрод накладывали на правую руку, желтый – на левую, зеленый – на левую ногу, черный – на правую ногу. Для лучшего контакта электродов с кожей применяли гидрофильные прокладки – кусочки марли, смоченные 1 %-ным раствором NaCl. Все эксперименты проведены с соблюдением принципов биоэтики.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

В ходе анализа ЭКГ были получены следующие показатели: частота сердечных сокращений, мода, амплитуда моды и вариационный размах. Градация числовых значений индекса напряжения была предложена Ширяевым О. Ю. и Ивлевой Е. И., которая учитывала, что при сильном стрессе и заболеваниях ИН может возрастать до более высоких значений. В результате было предложено выделить пять типов ИН: ваготонический, нормотонический, симпатикотонический, сверхсимпатикотонический и запредельный. Последний характеризуется повышением показателей преобладания симпатической нервной системы в

диапазоне более, чем 600 у.е. Поскольку запредельный тип ИН встречается крайне редко и в ходе проведённого нами исследования данный тип не был выявлен ни у одного испытуемого, мы произвели деление участников на 4 группы, используя рекомендуемую градацию числовых значений, исключая пятый тип ИН. Полученные соотношения студентов по сходному вегетативному тону, рассчитанного на основе индекса напряжения, представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Соотношение студентов по исходному вегетативному тону на основе индекса напряжения**

Индекс напряжения, у.е.	ИВТ по ИН	Количество студентов
До 30	Ваготония	10
31–120	Нормотония	22
121–300	Симпатикотония	63
Более 301	Гиперсимпатикотония	5

При анализе электрокардиограммы с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5» была установлена частота 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	Достоверность между группами	Вид изменения ритма / отсутствие нарушения ритма
1	До 30	Ваготония	65 ± 0,13	1–2 (p<0,001) 1–3 (p<0,001)	умеренная нормокардия
2	31–120	Нормотония	70 ± 0,21	1–4 (p<0,001)	нормокардия
3	121–300	Симпатикотония	73 ± 0,16	2–3 (p<0,001)	нормокардия
4	Более 301	Гиперсимпатикотония	80 ± 0,27	2–4 (p<0,001) 3–4 (p<0,001)	тахикардия

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

В первую группу вошли студенты с индексом напряжения до 30 у.е. с исходным вегетативным тоном «ваготония». Такая группа характеризовалась преобладанием парасимпатической вегетативной нервной системы. Количество студентов данной группы составило 10 человек (10 % от общего числа участников). Показатель ЧСС варьировался в диапазоне 65±0,13 уд/мин (p<0,001).

Вторая группа составила 22 студента, с индексом напряжения от 31 до 120 у.е. с исходным вегетативным тонусом «нормотония». Данную группу составили 22 % от общего количества исследуемых студентов. Они характеризовались равновесным состоянием вегетативной нервной системы между парасимпатическим и симпатическим отделом, что свидетельствовало о тоне парасимпатического отдела нервной системы и преобладанием дыхательных изменений сердечного ритма. ЧСС у данной группы находилась в диапазоне  $70 \pm 0,21$  уд/мин ( $p < 0,001$ ) – нормокардия.

Третья группа характеризовалась преобладанием симпатической части вегетативной нервной системы с индексом напряжения от 121 до 300 у.е. с исходным вегетативным тонусом «симпатикотония». В данной группе количество студентов составило 63 человека, то есть 63 % от общего числа участников. усреднённая ЧСС также отличалась от предыдущих групп –  $73 \pm 0,16$  уд/мин ( $p < 0,001$ ) и соответствовала нормокардии.

Четвертая группа характеризовалась значительным повышением показателей деятельности симпатической вегетативной нервной системы с индексом напряжения более 301 у.е., с исходным вегетативным тонусом «сверхсимпатикотония». В данной группе количество студентов составило всего 5 испытуемых, то есть 5 % от общего количества. Диапазон ЧСС 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 следующих показателей variability сердечного ритма: мода (Mo), амплитуда моды (AMo) и вариационный размах ( $\Delta X$ ) у студентов с разным исходным вегетативным статусом, полученные числовые значения данных показателей 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	До 30	Ваготония	1–3 ( $p < 0,001$ ) 1–2 ( $p < 0,001$ )	$0,88 \pm 0,01$
2	31–120	Нормотония	1–4 ( $p < 0,001$ ) 2–3 ( $p < 0,001$ )	$0,82 \pm 0,01$
3	121–300	Симпатикотония	2–4 ( $p < 0,001$ )	$0,79 \pm 0,01$
4	более 301	Гиперсимпатикотония	3–4 ( $p < 0,01$ )	$0,76 \pm 0,01$

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

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

Мода – это диапазон значений наиболее часто встречающихся R-R-интервалов. Она указывала на наиболее вероятный уровень функционирования системы кровообращения и при достаточно стационарных процессах совпадала с математическим ожиданием.

У гиперсимпатикотоников значение моды составило  $0,76 \pm 0,01$  сек ( $p < 0,05$ ). Данная группа характеризовалась уменьшением наиболее часто встречающегося кардиоинтервала среди всего массива.

Для ваготоников, у которых парасимпатический отдел преобладает над симпатическим отделом вегетативной нервной системы, значение данного показателя –  $0,88 \pm 0,1$  сек ( $p < 0,05$ ). Число сердечных сокращений уменьшается по сравнению с гиперсимпатикотониками.

Значение моды у нормотоников составило  $0,82 \pm 0,1$  сек ( $p < 0,05$ ). Они характеризовались равновесным состоянием вегетативной нервной системы между парасимпатическим и симпатическим отделом, что свидетельствовало о тонузе парасимпатического отдела нервной системы. Расстояние между кардиоинтервалами меньше, чем у ваготоников, на 0,06 сек и больше, чем у гиперсимпатикотоников и симпатикотоников, на 0,06 сек и 0,03 сек соответственно.

У симпатикотоников, которая характеризовалась преобладанием симпатической вегетативной нервной системы над парасимпатической, показатель данного значения составил  $0,79 \pm 0,1$  сек ( $p < 0,05$ ).

Амплитуда моды – число кардиоинтервалов соответствующих значению (диапазону) моды. Данный показатель отражал стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца. В основном этот эффект обусловлен влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы. Низкие показатели значения амплитуды моды указывали на преобладание автономного контура регуляции сердечного ритма, а высокие значения – на преобладание центрального контура регуляции.

**Таблица 4**

**Значение амплитуды моды (АМо) вариабельности сердечного ритма студентов**

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

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

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что самый высокий показатель характерен для гиперсимпатикотоников –  $89 \pm 8,4\%$  ( $p < 0,01$ ). Он указывал на то, что в процесс управления сердечным ритмом включается центральный контур регуляции.

У ваготоников данный показатель составил  $40 \pm 4,2\%$  ( $p < 0,05$ ), а у нормотоников и симпатикотоников  $45 \pm 2,1\%$  ( $p < 0,001$ ) и  $52 \pm 3,5\%$  ( $p < 0,001$ ) соответственно. Низкие показатели значения амплитуды моды указывали на преобладание автономного контура регуляции.

Вариационный размах отражал суммарный эффект регуляции ритма вегетативной нервной системы, но указывал на максимальную амплитуду колебаний значений R-R-интервалов. Поскольку влияние блуждающих нервов на дыхательные изменения сердечного ритма обычно преобладают над недыхательными его изменениями, обусловленными активностью подкорковых центров, то вариационный размах можно считать показателем, в значительной мере связанным состоянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Наибольший вариационный размах наблюдался у ваготоников –  $0,65 \pm 0,02$  сек ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о снижении сократительных функций миокарда и преобладании ваготонического тонуса.

В группе нормотоников данное значение составило  $0,32 \pm 0,07$  сек ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о тоне парасимпатического отдела нервной системы и характеризуется преобладанием дыхательных изменений сердечного ритма.

Низкие показатели вариационного размаха отмечены у симпатикотоников и гиперсимпатикотоников,  $0,22 \pm 0,04$  сек ( $p < 0,05$ ) и  $0,12 \pm 0,06$  сек ( $p < 0,05$ ) соответственно, что может являться следствием преобладания недыхательного компонента сердечного ритма и парасимпатического звена. Следовательно, для таких студентов характерна низкая адаптационная возможность, а также низкий уровень врожденных внутренних резервов для поддержания на определенном уровне вегетативного гомеостаза.

**Таблица 5**

**Значение вариационного размаха ( $\Delta X$ ) variability сердечного ритма студентов с разным вегетативным статусом**

№	ИН, у.е.	ИВТ по ИН	Достоверность между группами	$\Delta X$ , сек
1	До 30	Ваготония	1–2 ( $p < 0,001$ )	$0,65 \pm 0,02$
2	31–120	Нормотония	1–3 ( $p < 0,001$ )	$0,32 \pm 0,07$
3	121–300	Симпатикотония	1–4 ( $p < 0,001$ )	$0,22 \pm 0,04$
4	более 301	Гиперсимпатикотония	2–3 ( $p < 0,001$ ) 2–4 ( $p < 0,001$ ) 3–4 ( $p < 0,001$ )	$0,12 \pm 0,06$

*Примечание:* достоверность различий  $\Delta X$  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) variability сердечного ритма у студентов, с разным исходным вегетативным статусом, полученные числовые значения данного показателя представлены в таблице 6.

**Таблица 6**  
**Показатели триангулярного индекса (TiNN) variability сердечного ритма студентов с разным вегетативным статусом**

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

**Таблица 7**

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

№	Индекс напряжения, у.е.	ИВТ по ИН	Достоверность между группами	КФА, баллы
1	до 30	Ваготония	1–2 (p<0,05)	1,41±0,1
2	31–120	Нормотония	1–3 (p<0,001)	1,73±0,1
3	121–300	Симпатикотония	1–4 (p<0,001)	2,01±0,1
4	Более 301	Гиперсимпатикотония	2–3 (p<0,001) 2–4 (p<0,001) 3–4 (p<0,001)	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 системой. Коэффициент физической активности составил 1,41±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±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±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±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±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.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе регистрации и математического анализа variability сердечного ритма у студентов с помощью современной комплексной электрофизиологической 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. У гиперсимпатикотоников значение моды составило  $0,76 \pm 0,01$  сек – уменьшением наиболее часто встречающего кардиоинтервала среди всего массива. Для ваготоников, у которых преобладает парасимпатический отдел, значение составило  $0,88 \pm 0,1$  сек. Значение моды у нормотоников составило  $0,82 \pm 0,1$  сек – равновесием между симпатической и парасимпатической нервной системой. У симпатикотоников, которые характеризовались преобладанием симпатической вегетативной нервной системы –  $0,79 \pm 0,1$  сек.
3. Самый высокий показатель амплитуды моды был характерен для гиперсимпатикотоников –  $89 \pm 8,4$  %. У ваготоников этот показатель составил  $40 \pm 4,2$  %, а у нормотоников и симпатикотоников  $45 \pm 2,1$  % и  $52 \pm 3,5$  % соответственно. Низкие показатели значения амплитуды моды указывали на преобладание автономного контура регуляции.
4. Наибольший вариационный размах наблюдался у ваготоников –  $0,65 \pm 0,02$  сек, что свидетельствует о снижении сократительных функций миокарда и преобладании ваготонического тонуса. В группе нормотоников –  $0,32 \pm 0,07$  сек, что свидетельствует о тонусе ПО ВНС и преобладанием дыхательных изменений сердечного ритма. Низкие показатели вариационного размаха отмечены у симпатикотоников и гиперсимпатикотоников,  $0,22 \pm 0,04$  сек и  $0,12 \pm 0,06$  сек соответственно, что может являться следствием преобладания недыхательного компонента сердечного ритма и ПО ВНС.
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.

### Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 281 с.
2. Баевский Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2015. – № 2. – С. 108.
3. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика / Р. М. Баевский // Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – № 1. – С. 54–64.
4. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиологических систем / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, И. В. Чирейкин // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 15.
5. Бондарев С. А. Облачные технологии регистрации ЭКГ в тренировочном цикле и профилактике внезапной смерти спортсмена / Бондарев С. А. // В сборнике: БЕЗОПАСНЫЙ СПОРТ-2016. 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 / Бондарев С. А. // 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. / Кулаичев А. П. – Москва, 2007 – 640 с.
8. Макаров Л. М. Особенности ЭКГ у молодых спортсменов уровня высшего спортивного мастерства / Макаров Л. М., Комолятова В. Н., Киселева И. И. // Прикладная спортивная наука. – 2015. – № 2. – С. 108–114.
9. Судаков К. В. Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем / Судаков К. В. // Успехи физиол. наук. – 1995. – Т. 26, № 4. – С. 3–27.

### **ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY IN STUDENTS WITH DIFFERENT LEVELS OF MOTOR ACTIVITY**

*Emelyanova A. S.<sup>1</sup>, Simonyan L. A.<sup>2</sup>, Stepura E. E.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

<sup>2</sup>*Moscow region state university, Kolomna, Russia*

*E-mail: chimik89@mail.ru*

The article deals with the analysis of the initial vegetative status of students with different levels of motor activity. Registration and analysis of heart rate variability was performed using a modern complex electrophysiological laboratory "CONAN-4.5". Heart rate variability is a physiological phenomenon that consists in a continuous change in the duration of cardiocycles. The analysis of heart rate variability is based on measuring the time intervals between adjacent R-waves of the electrocardiogram. Mathematical processing of an electrocardiogram allows us to obtain a number of time, spectral, and geometric indicators that enable an objective assessment of the state of the autonomic nervous system, including its sympathetic and parasympathetic divisions. This method allows us to study and evaluate the mechanisms of regulation of the cardiovascular system, as well as the tension of regulatory systems. The aim of the work is to analyze the variability of students' heart rate taking into account motor activity. Research objectives:

to conduct a mathematical analysis of the electrocardiogram of students with different levels of motor activity according to the method of R. M. Baevsky; to calculate the stress index, and on its basis the initial vegetative tone; to determine the ratio of students with motor activity based on the initial vegetative tone based on the stress index; to analyze the heart rate with different vegetative activity; to analyze the mode, mode amplitude and variation range; to analyze the triangular index of heart rate variability of students, taking into account motor activity with different vegetative status. The heart activity of students engaged in physical culture in the educational process was evaluated based on the analysis of heart rate variability. Gipersimpatikotonia value was  $0.76 \pm 0.01$  h – reduction the most frequently occurring of cardiointervals among the entire array. For vagotonic patients with a predominant parasympathetic division, the value was  $0.88 \pm 0.1$  seconds. In normotonics, it was  $0.82 \pm 0.1$  seconds – the balance between the sympathetic and parasympathetic nervous systems. And in sympathicotonics, which were characterized by a predominance of the sympathetic autonomic nervous system –  $0.79 \pm 0.1$  seconds. The highest rate of the mode amplitude were characteristic of gipersimpatikotonia –  $89 \pm 8.4$  percent. In vagotonics, this indicator was  $40 \pm 4.2$  %, and in normotonics and sympathicotonics,  $45 \pm 2.1$  % and  $52 \pm 3.5$  %, respectively. Low values of the mode amplitude indicated the predominance of the Autonomous control loop. The greatest variation range was observed in vagotonic patients –  $0.65 \pm 0.02$  seconds, which indicates a decrease in myocardial contractile functions and a predominance of vagotonic tone. In the normotonic group –  $0.32 \pm 0.07$  seconds, which indicates the tone of the ANS and the predominance of respiratory changes in the heart rate. Low values of variation range were observed in sympathicotonics and hypersympathicotonics,  $0.22 \pm 0.04$  sec and  $0.12 \pm 0.06$  sec, respectively, which may be a consequence of the predominance of the non-respiratory component of the heart rhythm and the parasympathetic part of the autonomic nervous system. For vagotonics, the value of the triangular index was  $2.5 \pm 0.2$  cu, which confirms the idea of increasing the influence of the parasympathetic division of the autonomic nervous system. The value in normotonics is  $2.2 \pm 0.1$  cu. This group was characterized by an equilibrium between the sympathetic and parasympathetic parts of the autonomic nervous system. In sympathicotonics –  $1.9 \pm 0.5$  cu, which confirms the idea of increasing the influence of the sympathetic division of the autonomic nervous system. In hypersympathicotonics –  $1.1 \pm 0.4$  cu. It was revealed that among the entire studied array of students (with differentiation of the initial vegetative tone calculated by the stress 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  $1.73 \pm 0.1$ . It is determined that in order to ensure adequate functioning of the cardiovascular system and for normal adaptation to physical activity in students, it is necessary to form a level of motor activity that quantitatively corresponds to a physical activity coefficient of at least 1.75.

**Keywords:** electrocardiogram, cardiovascular system, stress index, initial vegetative tone, physical activity coefficient.

### References

1. Agadzhanyan N. A., Baevsky R. M., Berseneva A. P. *Problems of adaptation and teaching about health*, 281 (M.: publishing house of PFUR, 2006).
2. Baevsky R. M., Ivanov G. G. heart rate Variability: theoretical aspects and clinical application, *Ultrasound and functional diagnostics*, **2**, 108 (2015).
3. Baevsky R. M. Analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice, *Clinical Informatics and telemedicine*, **1**, 54 (2004).
4. Baevsky R. M., Ivanov G. G., Chireikin I. V. Analysis of heart rate variability when using various electrocardiological systems, *Bulletin of Arrhythmology*, **24**, 15 (2001).
5. Bondarev S. A. Cloud technologies for ECG registration in the training cycle and prevention of sudden death of an athlete, In the collection: SAFE SPORT-2016 : *Materials of the III all-Russian scientific and practical conference with international participation*, 24 (2016).
6. Bondarev S. A. Application of cloud technologies for ECG registration for monitoring the heart activity of athletes, *Health-the basis of human potential: problems and solutions*, **11**, **2**, 517 (2016).
7. Kulaichev A. P. *Methods and means of complex data analysis*, 640 (Moscow, 2007).
8. Makarov L. M., Komolotova V. N., Kiseleva I. I. Features of ECG in young athletes of the highest level of sports skill, *Applied sports science*, **2**, 108 (2015).
9. Sudakov K. V. Information principle in physiology: analysis from the standpoint of the General theory of functional systems, *The successes of physiology. nauk*, **26**, **4**, 3 (1995).