

1.	ԲՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ NATURAL SCIENCES ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
----	---

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА

УДК 612.89

DOI: 10.56246/18294480-2022.13-01

СИМОНЯН ЛУСИНЕ

*Кандидат медицинских наук, доцент
Заведующая кафедрой медико-биологических дисциплин
Государственного образовательного учреждения
высшего образования Московской области
«Государственный социально-гуманитарный университет»
электронная почта: lusinesi1@mail.ru*

СИМОНЯН АРМЕН

*Заслуженный деятель науки РА, профессор,
доктор биологических наук, почетный профессор ГГУ,
электронная почта: simarmen@mail.ru*

ОГАННИСЯН МАРИНЕ

*Преподаватель кафедры биологии, экологии
и здорового образа жизни ГГУ
электронная почта: marine.hovhannisyan@gsu.am*

Физические нагрузки играют важную роль в развитии функциональных резервов организма, а уровень двигательной активности определяет их количественный эквивалент. Установлена взаимосвязь между показателями физического развития, физической подготовленности и состоянием здоровья обучающихся. 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. Одним из научно обоснованных методов донозологической диагностики является анализ вариабельности сердечного ритма, который позволяет получить информацию о механизмах регуляции сердечно-сосудистой системы. Сердечно-сосудистая система является полифункциональным механизмом, который играет значимую роль на всех структурных уровнях человеческого организма. Одна из её особенностей – изменение функционального состояния вследствие воздействия различных экзогенных и эндогенных факторов. Анализ вариабельности сердечного ритма позволяет исследовать и оценить адаптационные возможности организма и степень напряжения регуляторных систем. Математическая обработка ЭКГ позволяет получить ряд временных, спектральных и геометрических показателей, благодаря которым осуществляется объективная оценка состояния вегетативной нервной системы.

***Ключевые слова:** функциональные резервы организма, гомеостаз, донозологическая диагностика, индекс напряжения, частота сердечных сокращений, мода, амплитуда моды, вариационный размах.*

Как известно, физические нагрузки играют важную роль в развитии функциональных резервов организма, а уровень двигательной активности определяет их количественный эквивалент.

Согласно классификации функциональных состояний организма академика Р. М. Баевского («Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний»), основанной на представлениях о гомеостазе и адаптации, выделяют 4 вида функциональных состояний [1, 2]:

1. Физиологическая норма – характеризуется:
 - состоянием удовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды;
 - достаточными функциональными возможностями организма;
 - гомеостаз поддерживается при минимальном напряжении регуляторных систем.
2. Донозологические состояния. Для поддержания равновесия организма с окружающей средой необходима:

- мобилизация функциональных ресурсов, что требует некоторого напряжения регуляторных систем;

- развивается различная степень адаптационных механизмов: функциональные (адаптационные) возможности организма в покое не снижены, но способность адаптироваться к нагрузкам уменьшена;

- гомеостаз поддерживается только благодаря определенному напряжению регуляторных систем.

3. Преморбидные состояния характеризуются:

- неудовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды;
- функциональные возможности организма снижены;
- гомеостаз сохранен лишь благодаря значительному напряжению регуляторных систем либо за счет включения компенсаторных механизмов.

4. Срыв механизмов адаптации, при котором происходит:

- резкое снижение функциональных возможностей организма;
- гомеостаз нарушен;
- происходит развитие специфических патологических изменений на органно-системном уровне [3].

№	Функциональные состояния организма	Адаптация к условиям окружающей среды	Функциональные возможности организма	Гомеостаз
1	Физиологическая норма	Удовлетворительная	Достаточные	Поддерживается при минимальном напряжении регуляторных систем
2	Донологически е состояния	Способность адаптироваться к нагрузкам уменьшена	Напряжение регуляторных систем	Напряжение регуляторных систем
3	Преморбидные состояния	Неудовлетворительная	Снижены	Значительное напряжение регуляторных систем
4	Срыв механизмов адаптации	Происходит развитие специфических патологических изменений на органно-системном уровне	Резкое снижение	Нарушен

Распознавание функциональных состояний организма, возникающих в процессе перехода от нормы к патологии, называется донозологической диагностикой.

Одним из научно обоснованных методов донозологической диагностики является анализ вариабельности сердечного ритма, который позволяет получить информацию о степени напряжения регуляторных систем и адаптационных возможностях организма.

Целью работы было проведение анализа вариабельности сердечного ритма у студентов с различным вегетативным статусом и разным уровнем двигательной активности.

Вариабельность сердечного ритма (BCP) – это физиологическое явление, заключающееся в непрерывном изменении длительности кардиоциклов.

Анализ BCP основан на измерении интервалов между соседними R-зубцами электрокардиограммы.

Данный метод позволяет исследовать и оценить механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы, а также напряжения регуляторных систем. Математическая обработка ЭКГ позволяет получить ряд временных, спектральных и геометрических показателей, благодаря которым осуществляется объективная оценка состояния вегетативной нервной системы [5-7].

Материалы и методы

Регистрацию частоты сердечных сокращений и ЭКГ проводили в покое у студентов. На добровольной основе были обследованы 100 студентов, из них 31 девушка и 69 юношей в возрасте – от 18 до 22 лет. На момент обследования учащиеся не предъявляли жалоб и не имели в анамнезе заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Запись ЭКГ проводилась с помощью комплексной электрофизиологической лаборатории «CONAN – 4.5», который включает в себя ПК со специализированным программным обеспечением, источник переменного тока высокой частоты и набор электродов. Согласно цветовой маркировке, красный электрод накладывали на правую руку, желтый – на левую, зеленый – на левую ногу, черный – на правую ногу.

Определялись следующие показатели сердечного ритма:

- индекс напряжения (ИН),
- частота сердечных сокращений (ЧСС),
- мода (Мо),
- амплитуда моды (АМо),
- вариационный размах.

Согласно градации числовых значений индекса напряжения можно выделить 5 типов вегетативного тонуса: ваготонический, нормотонический, симпатикотонический, гиперсимпатикотонический и запредельный (табл. 1).

Табл. 1. Соотношение студентов по исходному вегетативному тону (ИВТ), рассчитанному по индексу напряжения (ИН)

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
Более 600	Запредельный	0

Из таблицы видно, что количество симпатикотоников преобладает над другими уровнями вегетативного статуса, а индекс напряжения составляет 121-300 у.е. Студентов с запредельным вегетативным тонусом и индексом напряжения более 600 у.е. выявлено не было.

Также была установлена частота сердечных сокращений (ЧСС) у студентов с разным исходным уровнем вегетативного статуса. Полученные числовые значения взаимосвязи частоты сердечных сокращений с индексом напряжения представлены в таблице 2.

Табл. 2. Взаимосвязь частоты сердечных сокращений с индексом напряжения

Индекс напряжения, у.е.	ИВТ по ИН	ЧСС, уд/мин
До 30	Ваготония	$65 \pm 0,13$
31-120	Нормотония	$70 \pm 0,21$
121-300	Симпатикотония	$73 \pm 0,16$
Более 301	Гиперсимпатикотония	$80 \pm 0,27$

Симпатический и гиперсимпатический тонус характеризуются высокой ЧСС.

При анализе ЭКГ были получены и проанализированы числовые значения еще трех показателей variability сердечного ритма:

- Моды (Мо),
- Амплитуды моды (АМо),
- Вариационного размаха (ΔX) (табл.3).

Табл. 3. Первичные показатели variability сердечного ритма студентов

ИН, у.е.	ИВТ по ИН	Мо, сек	АМо, %	ΔX , сек
До 30	Ваготония	$0,88 \pm 0,1$	$40 \pm 4,2$	$0,65 \pm 0,02$
31-120	Нормотония	$0,82 \pm 0,1$	$45 \pm 2,1$	$0,32 \pm 0,07$
121-300	Симпатикотония	$0,79 \pm 0,1$	$52 \pm 3,5$	$0,22 \pm 0,04$
более 301	Гиперсимпатикотония	$0,76 \pm 0,01$	$89 \pm 8,4$	$0,12 \pm 0,06$

Мода – это временной (в сек.) диапазон частоты встречающихся R-R интервалов. Указывает на наиболее вероятный уровень функционирования системы кровообращения [4].

Из таблицы видно, что значение моды у нормотоников составило $0,82 \pm 0,1$ сек. И таким образом, у нормотоников 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.

Амплитуда моды – это процент наиболее часто встречающихся R-R кардиоинтервалов, соответствующих значению диапазона моды.

В основном этот эффект обусловлен влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы. Низкие показатели значения амплитуды моды указывают на преобладание автономной регуляции сердечного ритма, а высокие значения – на преобладание центральной регуляции.

Полученные данные свидетельствуют о том, что самый высокий показатель амплитуды моды характерен для гиперсимпатикотоников – $89 \pm 8,4\%$ (как и ЧСС). У ваготоников данный показатель составил $40 \pm 4,2\%$, а у нормотоников и симпатикотоников $45 \pm 2,1\%$ и $52 \pm 3,5\%$ соответственно.

И 5-й показатель – вариационный размах – отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в динамическом ряду (разницу между максимальным и минимальным значением кардиоинтервалов).

Наибольший вариационный размах наблюдался у ваготоников – $0,65 \pm 0,02$ сек., что свидетельствует о снижении сократительных функций миокарда и преобладании ваготонии. Низкие показатели вариационного размаха отмечены у симпатико- 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 парасимпатического звена. И в группе нормотоников данное значение составило $0,32 \pm 0,07$ сек, что свидетельствует о тоне парасимпатического отдела нервной системы и характеризуется преобладанием дыхательных изменений сердечного ритма.

Выводы:

1. Полученные числовые значения после анализа ЭКГ студентов отражают соотношение активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

2. По результатам исследования становится понятно, что для студентов с симпатико- и гиперсимпатикотонией характерна низкая адаптационная возможность, а также низкий уровень врожденных внутренних резервов для поддержания на определенном уровне вегетативного гомеостаза.

3. Для обеспечения адекватного функционирования сердечно-сосудистой системы и для нормальной адаптации к физическим нагрузкам у студентов, необходимо формировать уровень двигательной активности,

количественно соответствующий принятому ВОЗ коэффициенту физической активности не ниже 1,75.

Список использованной литературы

1. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015, № 2, С. 108.
2. Баевский Р. М., Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика // Клиническая информатика и телемедицина. 2004, № 1, С. 54–64.
3. 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.
4. Емельянова А. С., Симонян Л. А., Степура Е. Е., Анализ показателя вариабельности сердечного ритма – амплитуды моды студентов с разным вегетативным статусом // Неделя науки 2020: материалы Международного молодёжного форума. Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2020, С. 596-598.
5. Кулаичев А. П., Методы и средства комплексного анализа данных, М, 2007, 640 с.
6. 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.
7. 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.

**ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ՀԱՐՄԱՐՎՈՂԱԿԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՎԵԳԵՏԱՏԻՎ ԿԱՐԳԱՎԻՃԱԿԻ ՏԱՐԲԵՐ
ՄԱԿԱՐԴԱԿՆԵՐՈՒՄ**

ՍԻՄՈՆՅԱՆ ԼՈՒՍԻՆԵ

*Մոսկվայի մարզային «Պետական սոցիալ-հումանիտար
համալսարան» բարձրագույն կրթության պետական
կրթական հաստատության բժշկական ասպրանակական
դիսցիպլինների ամբիոնի վարիչ,
բժշկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
էլփոստ՝ lusinesil@mail.ru*

ՍԻՄՈՆՅԱՆ ԱՐՄԵՆ

*ՀՀ գիտության վաստակավոր գործիչ,
կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր,
ԳՊՀ պատվավոր պրոֆեսոր
էլփոստ՝ simarmen@mail.ru*

ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ ՄԱՐԻՆԵ

*ԳՊՀ կենսաբանության, էկոլոգիայի
և առողջ ապրելակերպի ամբիոնի դասախոս
էլփոստ՝ marine.hovhannisyan@gsu.am*

Օրգանիզմի ֆունկցիոնալ պահուստային հնարավորությունների զարգացման մեջ կարևոր դեր է խաղում ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունը, իսկ շարժողական ակտիվության մակարդակը որոշում է դրա քանակական համարժեքը: Հաստատված է կապը ֆիզիկական ակտիվության զարգացման, ֆիզիկական պատրաստվածության ցուցանիշների և սովորողների առողջական վիճակի միջև: Միաժամանակ մարզվելու գործունեությունը ուսումնական ծանրաբեռնվածության հետ զուգահեռ օրգանիզմի ֆունկցիոնալ պահուստային հնարավորությունների համար ներկայացնում է առավելագույն պահանջներ: Ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունը կարող է առաջ բերել հոմեոստատիկ մակարդակի ֆունկցիոնալ համակարգերի մի շարք փոփոխություններ, փոխել օրգանիզմի կարգավորիչ-հարմարվողական կարգավիճակը՝ որոշելով հարմարվողականության ներկա և հետագա ընթացքը: Մինչնոգոլոգիական ախտորոշման գիտականորեն հիմնավորված մեթոդներից մեկը սրտի ռիթմի տատանողականության վերլուծությունն է, որը հնարավորություն է տալիս տեղեկություն ստանալ սիրտանոթային համակարգի կարգավորման մեխանիզմների մասին: Սիրտանո-

թային համակարգը ամբողջական ֆունկցիոնալ մեխանիզմ է, որն զգալի դեր է խաղում մարդու օրգանիզմի կառուցվածքային բոլոր մակարդակներում: Դրա հատկություններից մեկը ֆունկցիոնալ վիճակի փոփոխությունն է տարբեր արտածին և ներծին գործոնների ազդեցության հետևանքով: Սրտի ռիթմի տատանողականության վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս հետազոտել և գնահատել օրգանիզմի հարմարվողական հնարավորությունները և կարգավորման համակարգերի լարվածության աստիճանը: ԷՍԳ-ի մաթեմատիկական մշակումը թույլ է տալիս ստանալ ժամանակային, սպեկտրալ և երկրաչափական մի շարք ցուցանիշներ, որոնց շնորհիվ իրականացվում է վեգետատիվ նյարդային համակարգի վիճակի օբյեկտիվ գնահատում:

Բանալի բառեր՝ օրգանիզմի ֆունկցիոնալ պահեստանյութեր, հոմեոստազ, մինչնոզոլոգիական ախտորոշում, լարվածության ցուցիչ, սրտի կծկումների հաճախականություն, մոդա, մոդայի ամպլիտուդ, տատանման մեծություն:

EVALUATION OF THE ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE BODY AT DIFFERENT LEVELS OF VEGETATIVE STATUS

SIMONYAN LUSINE

*Doctor of Medical Science,
Associate Professor, Head of the Department of Biomedical Disciplines
of State Educational Institution of
Higher Education of the Moscow Region
"State Social and Humanitarian University"*
e-mail: lusinesil@mail.ru

SIMONYAN ARMEN

*RA Honoured Scientist,
Doctor of Biology, Professor,*
e-mail: simarmen@mail.ru

HOVHANNISYAN MARINE

*Lecturer of the Chair of Biology,
Ecology and Healthy Lifestyle GSU*
e-mail: marine.hovhannisyam@gsu.am

Physical loads play an important role in the development of functional reserves of the body, and the level of motor activity determines their quantitative equivalent. The relationship between the indicators of physical development, physical fitness

and the state of health of students has been established. At the same time, training activity, in parallel with training loads, imposes increased requirements on the functional reserves of the body. Physical loads can cause a number of changes in the functional systems of the homeostatic level, change the regulatory-adaptive status of the body, predetermining the current and future course of adaptation. One of the scientifically based methods of prenosological diagnostics is the analysis of heart rate variability, which allows obtaining information about the mechanisms of regulation of the cardiovascular system. The cardiovascular system is a multifunctional mechanism that plays a significant role at all structural levels of the human body. One of its features is a change in the functional state due to the influence of various exogenous and endogenous factors. Analysis of heart rate variability makes it possible to investigate and evaluate the adaptive capabilities of the body and the degree of tension of regulatory systems. Mathematical processing of the ECG makes it possible to obtain a number of temporal, spectral and geometric indicators, thanks to which an objective assessment of the state of the autonomic nervous system is carried out.

Keywords: functional reserves of the body, homeostasis, prenosological diagnostics, stress index, heart rate, mode, mode amplitude, variation range.

Հոդվածը ներկայացվել է խմբագրական խորհուրդ 12.05.2022թ.:

Հոդվածը գրախոսվել է 20.08.2022թ.: