



УДК 612.172.2-07

Н.В. МАКСУМОВА

Казанская государственная медицинская академия, 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 36

Оценка вегетативного тонуса и уровня адаптации на основе комплексного анализа показателей variability ритма сердца

Максумова Неля Васильевна — ассистент кафедры функциональной диагностики, тел. +7-917-257-80-03, e-mail: nv_maks@mail.ru

Для разработки критериев оценки вегетативного тонуса и уровня адаптации на основе комплексного анализа показателей variability ритма сердца (ВРС) обследовано 279 пациентов, проходивших диспансерный осмотр в поликлинике (114 мужчин и 165 женщин). На основании сопоставления показателей между собой и унифицирования их с нормами, приведенными различными авторами, были разработаны критерии для определения вегетативного тонуса с выделением симпатикотонии, нормотонии и парасимпатикотонии, variability ритма сердца с определением трех степеней ее снижения, уровня адаптации и выделением общепринятых состояний адаптационных возможностей. Выделение критериев позволило объективно оценить вегетативный тонус, variability ритма сердца и уровень адаптации пациентов с формированием соответствующего заключения и рекомендаций по дальнейшему обследованию.

Ключевые слова: вегетативный тонус, variability ритма сердца, уровень адаптации.

N.V. MAKSUMOVA

Kazan State Medical Academy, 36 Butlerov St., Kazan, Russian Federation, 420012

Assessment of vegetative tone and the level of adaptation according to comprehensive analysis of heart rate variability indexes

Максумова Н.В. — Assistant of the Department of Functional Diagnostics, tel. +7-917-257-80-03, e-mail: nv_maks@mail.ru

The aim of the study was to work out the criteria of estimating the autonomic tone and the level of adaptation according to comprehensive analysis of heart rate variability indexes. A total of 279 patients were examined, at the age from 18 to 86 years old $53,2 \pm 11,75$ years ($M \pm \sigma$), 114 men and 165 women. Examination of adaptation level and autonomic tone was held using the heart rate variability analysis method for 5-7 minutes. On the basis of comparing indexes among each other and with the standards mentioned in the various manuals, the criteria of estimating autonomic tone with the release of sympathetic, normal and parasympathetic regulation; heart rate variability with the definition of three decline degrees and the adaptation level, describing conventional adaptive states have been worked out. Thus, the discharging the criteria allowed to assess autonomic tone, heart rate variability and the level of adaptation of patients objectively with forming the corresponding conclusions and recommendations for further examination.

Key words: autonomic tone, heart rate variability, adaptation level.

Изучение variability ритма сердца (ВРС) открывает значительные возможности для оценки колебаний тонуса вегетативной нервной системы у здоровых и больных с сердечно-сосудистой и другой патологией. Известно, что преобладание симпатической регуляции несет риск в развитии заболеваний сердечно-сосудистой системы (артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, нарушенный ритма сердца и др.), которое в сочетании с ригидностью сердечного ритма является достоверным предиктором внезапной сердечной смерти. Таким образом, своевременное

выявление дисбаланса вегетативной регуляции способствует диагностике данной патологии на ранних этапах. Учитывая большую популярность и разнообразие методов изучения variability интервалов R-R для оценки вегетативной нервной системы, а также неоднородность их физиологической интерпретации, в 1996 г. на совместном заседании Европейского общества кардиологов и Северо-Американского общества электростимуляции и электрофизиологии [1] были выработаны единые стандарты для анализа variability ритма сердца [2].



Вариабельность межпульсных интервалов ЭКГ является одним из наиболее важных маркеров активности вегетативной нервной системы (ВНС) [3]. Основными методами анализа вариабельности ритма сердца на сегодняшний день являются: методы временного анализа, анализ волновой структуры ритма сердца, нелинейные методы анализа ВРС, вариационная пульсометрия по Р.М. Баевскому [2]. Каждый метод имеет свои достоинства и недостатки. Временной анализ позволяет оценить разброс сердечного ритма (SDNN), снижение которого является единственным доказанным критерием развития риска внезапной сердечной смерти [4]. В то же время данные временного анализа хотя и отражают вегетативную регуляцию, но более опосредованно, чем это позволяет сделать спектральный анализ. Однако на волновую структуру сердечного ритма оказывает влияние не только вегетативная нервная система, но и центральные отделы нервной системы, например центр терморегуляции. Поэтому, несмотря на хорошее разделение, по данным спектрального анализа, на преобладание парасимпатической или симпатической иннервации у здоровых лиц, при различных патологических состояниях полученные данные могут быть некорректно оценены. В связи с этим в настоящее время очевидна необходимость при анализе ВРС использовать комплекс критериев, включающих как данные временного, так и спектрального анализов.

Изменение ритма сердца — универсальная оперативная реакция целостного организма в ответ на любое воздействие внешней среды. В определенной степени оно характеризует баланс между тонусом симпатического и парасимпатического отделов [5]. В настоящее время принята конституциональная классификация тонуса вегетативной нервной системы, согласно которой преобладание в организме тонуса парасимпатической части автономной нервной системы именуется ваготонией, симпатической — симпатикотонией [6]. В то же время в этой классификации отсутствует градация по степени преобладания того или иного отдела вегетативной нервной системы, что снижает ее ценность при изучении вегетативного тонуса у больных с соматическими заболеваниями и затрудняет динамическое наблюдение за изменениями вегетативного преобладания при лечении.

В отечественной практике при оценке коротких выборок ритма сердца широко используется метод вариационной пульсометрии, много лет развиваемый Р.М. Баевским. Метод инсталлирован в ряд российских систем ХМ, однако не нашел пока должной интерпретации в данной методике и формирования нормативных показателей [7]. В связи с разницей в продолжительности записей интервалов R-R для расчета ВРС, использовании тех или иных показателей и их интерпретации по разным источникам, а также отсутствием градации уровней снижения вариабельности ритма сердца, возникла необходимость в выделении единых критериев для формирования заключения по вегетативному тонусу, ВРС и уровню адаптации.

Цель работы — выделение критериев для оценки вегетативного тонуса, вариабельности ритма сердца и уровня адаптации на основе комплексного анализа показателей ВРС.

Материал и методы

Обследовано 279 пациентов в возрасте от 17 до 86 лет, в среднем $53,2 \pm 11,75$ года ($M \pm \sigma$), проходивших диспансерный осмотр в поликлинике. Из них 114 мужчин (40,9%), средний возраст $52,2 \pm 10,08$ ($M \pm \sigma$) и 165 женщин (59,1%), средний возраст $54,6 \pm 12,63$ ($M \pm \sigma$). Статистически значимых различий по возрасту между мужчинами и женщинами не выявлено ($p > 0,05$). В исследование были включены пациенты без профессиональных вредностей и тяжелых хронических заболеваний, таких как ХСН ФКIII IV, нарушения ритма сердца, ХПН, циррозы печени, анемии, сахарный диабет и другая эндокринная патология.

Исследование уровня адаптации и вегетативного тонуса проводилось с помощью метода кардиоинтервалографии с применением комплекса диагностики функциональных изменений сердечного ритма «Кардиоанализатор «Эксперт-01»». Регистрация проводилась в положении пациента лежа, не ранее чем через 1,5-2 часа после еды, в комфортных для пациента условиях, с исключением помех и шумов, в течение 5-7 минут или по достижении записи 600 кардиоциклов. Непосредственно перед записью выдерживался период адаптации к условиям исследования в течение 5-10 минут. Электроды накладывались на руки, аналогично первому стандартному ЭКГ отведению.

Оценены показатели временного анализа: RRNN — длительность интервалов RR, SDNN — стандартное отклонение величин интервалов RR, RMSSD — квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов RR, pNN50 — доля последовательных интервалов NN (RR), различие между которыми превышает 50 мс, CVr — коэффициент вариации, данные вариационной пульсометрии по Баевскому: Mo — мода, AMo — амплитуда моды, BP — вариативный размах, IBP — индекс вегетативного равновесия, ИН — индекс напряжения регуляторных систем, ВПР — вегетативный показатель ритма; геометрические показатели: гистограмма, скаттерграмма; показатели спектрального анализа: HF — высокочастотные колебания, LF — низкочастотные колебания, VLF — очень низкочастотные колебания, TP — общая мощность спектра, LF/HF — индекс вагосимпатического взаимодействия; индексы адаптации: Kna — коэффициент наркотического (адаптации), ИБ — индекс Баевского, ПАРС — показатель адекватности регуляторных систем, ИФИ — индекс функциональных изменений.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью компьютерной программы Biostat. Средние значения представлены в виде $M \pm \sigma$. Вероятность межгрупповых различий определяли с помощью критерия Стьюдента. Вероятность различия качественных параметров оценивали по критерию χ^2 . Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

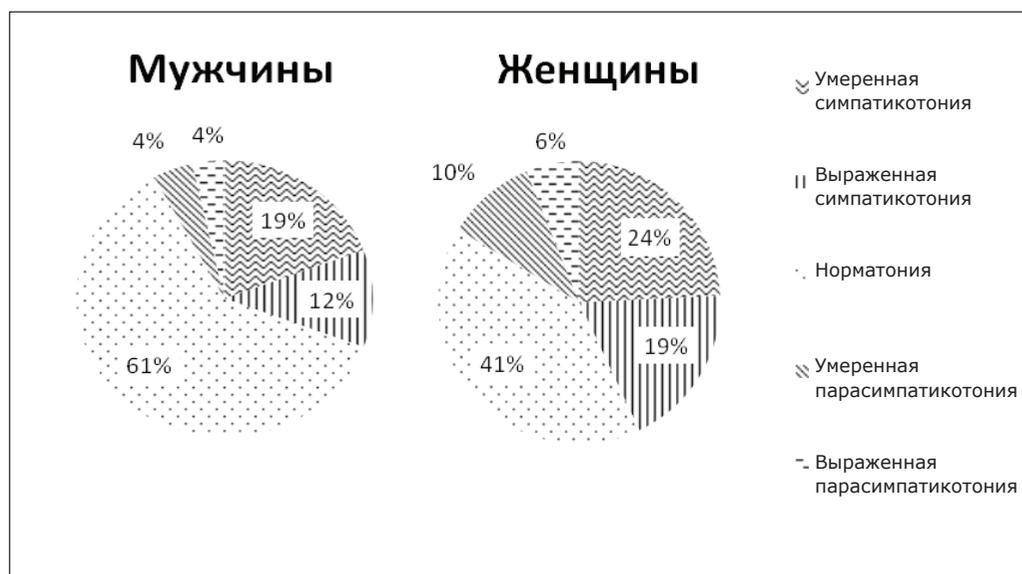
На основании нормативных показателей ВРС, предложенных различными авторами, были выделены критерии, характеризующие вегетативный тонус, вариабельность ритма сердца и уровень адаптации [1-3, 5, 7-14].

Для оценки вегетативного тонуса нами предложен комплекс показателей временного и спектрального анализа с выделением типов регуляции

Таблица 1.
Критерии определения вегетативного тонуса по данным показателей ВРС

Показатель ВРС	Симпатикотония	Нормотония	Парасимпатикотония
RRNN, мс	<660	660-1000	>1000
SDNN, мс	<30	30-40	>40
RMSSD, мс	<20	20-50	>50
pNN50, %	<2	2-4	>4
CVr	<3	3-8	>8
ИВР	>1	1	<1
Мо, мс	<660	660-1000	>1000
ВПР	>0,30	0,20-0,30	<0,20
ИН	>200	50-200	<50
LF/HF	>1	1	<1

Рисунок 1.
Распределение уровней вегетативного тонуса среди мужчин и женщин



организма: симпатикотония, нормотония и парасимпатикотония (ваготония) (табл. 1).

Заключение о том или ином типе вегетативной регуляции формируется при соблюдении всех критериев (табл. 1). В случае если показатели попадают в диапазоны разных типов регуляции (например, нормо- и симпатикотония или нормо- и ваготония), можно говорить о склонности к преобладанию того или иного звена вегетативной нервной системы или об умеренной симпатико- или парасимпатикотонии. Среди приведенных показателей SDNN, RMSSD и ИВР наиболее объективны и показательны [1-3, 8, 9, 11, 12, 15], поэтому основной акцент в формировании заключения ставился именно на этих критериях.

Среди обследованных пациентов преобладание симпатического звена регуляции выявлено у 38% — 106 человек, из них у 58,5% (62 человек) умеренная симпатикотония, у 41,5% (44 человек) — выраженная. Нормотония определена у 49% — 137 человек. Преобладание парасимпа-

тической регуляции выявлено у 13% — 36 человек, из которых у 61% (22 человека) умеренная парасимпатикотония, у 39% (14 человек) — выраженная. Распределение уровней вегетативного тонуса среди мужчин и женщин представлено на рис. 1. Статистически достоверной разницы при сравнении мужчин и женщин по данным показателям выявлено не было ($p > 0,05$).

Особого внимания среди случаев склонности к несбалансированной регуляции заслуживают пациенты с выявленной умеренной симпатикотонией, так как у них имеется тенденция к развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы из-за гиперстимуляции симпатического отдела вегетативной нервной системы, что в случае несвоевременной коррекции может привести к развитию острых сердечно-сосудистых состояний.

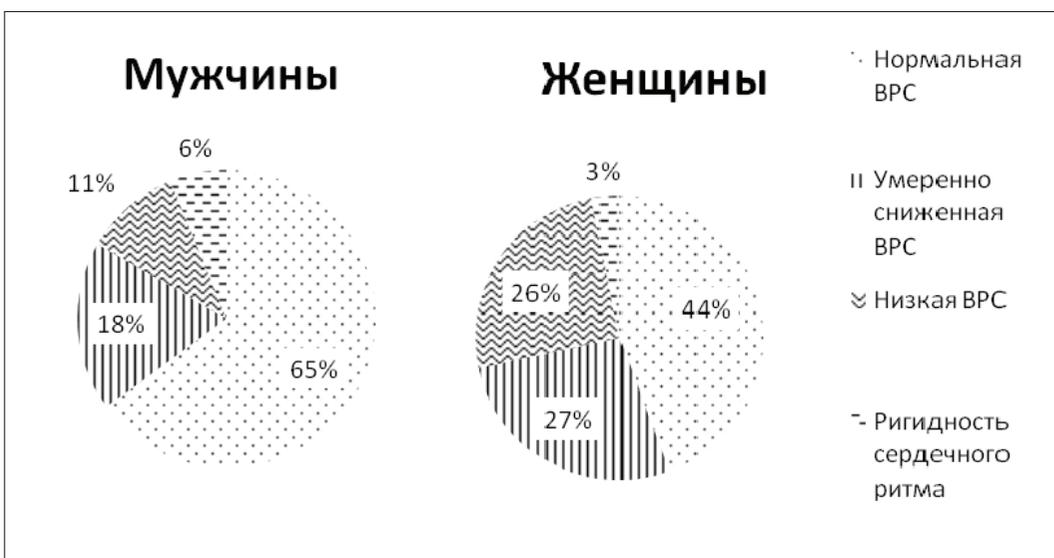
Для определения вариабельности ритма сердца выделили несколько степеней ее снижения. Это было продиктовано необходимостью объективной оценки уровня адаптации пациентов, где ВРС яв-



Таблица 2.
Критерии оценки variability ритма сердца по показателям ВРС

Показатели ВРС	Нормальная variability ритма сердца	Умеренно сниженная variability ритма сердца (1-я степень)	Низкая variability ритма сердца (2-я степень)	Ригидность ритма сердца (3-я степень)
SDNN	≥30 мс	20-29 мс	10-19 мс	<10 мс
pNN50	≥2%	1-2%	0,3-1%	<0,3%
CVr	>2	1,5-2	1-1,5	<1
AMo	<50%	50-59%	60-79%	>80%
BP	>200 мс	150-200 мс	150-200 мс	<150
TP	>3000	1500-3000	3000-1500	<300
Скатте-рограмма	Ядро облака, имеется широкий разброс	Ядро облака, имеется слабый разброс	Ядро облака, разброс — несколько точек	Ядро облака без разброса
Гисто-грамма	Нормальная, с широким основанием	Нормальная, преобладающий центральный столбик	Высокий центральный столбик, 2-3 малых столбика	Экссессивная

Рисунок 2.
Распределение уровней variability ритма сердца среди мужчин и женщин



ляется ключевым показателем, характеризующим уровень адаптационных способностей организма. Эта градация необходима также для тех ситуаций, когда анализ ВРС проводится по отрезку записи суточного мониторинга ЭКГ, в программах обработки которого отсутствуют показатели, характеризующие уровень адаптации, такие как: ПАРС, ИФИ, индекс Баевского [2, 3, 7-9, 12], а предлагаемое в литературе разделение variability ритма сердца на нормальную и сниженную недостаточно для формирования полного объективного заключения об уровне изменения адаптационных возможностей. В связи с этим мы выделили умеренную и низкую ВРС, пропорционально разделив значения показателей, находившихся в диапазоне между нижним порогом нормальных значений и показателями ригидности

сердечного ритма [1-3, 8, 9, 11-13, 15]. Градуированные критерии оценки variability ритма сердца на основе временного и графических методов оценки ВРС представлены в табл. 2.

Нормальная variability ритма сердца выявлена у 53% — 147 человек, умеренно сниженная ВРС или снижение 1-й степени у 24% — 66, низкая variability ритма сердца или снижение 2-й степени у 19% — 54, ригидность сердечного ритма или снижение 3-й степени у 4% — 12 человек. Распределение уровней variability ритма сердца среди мужчин и женщин представлено на рис. 2. Статистически достоверная разница между мужчинами и женщинами была получена по количеству выявленных случаев низкой ВРС (p=0,015).

На основании полученных данных о степени снижения ВРС, а также индексов, характеризую-

Рисунок 3.
Распределение уровней адаптации среди мужчин и женщин

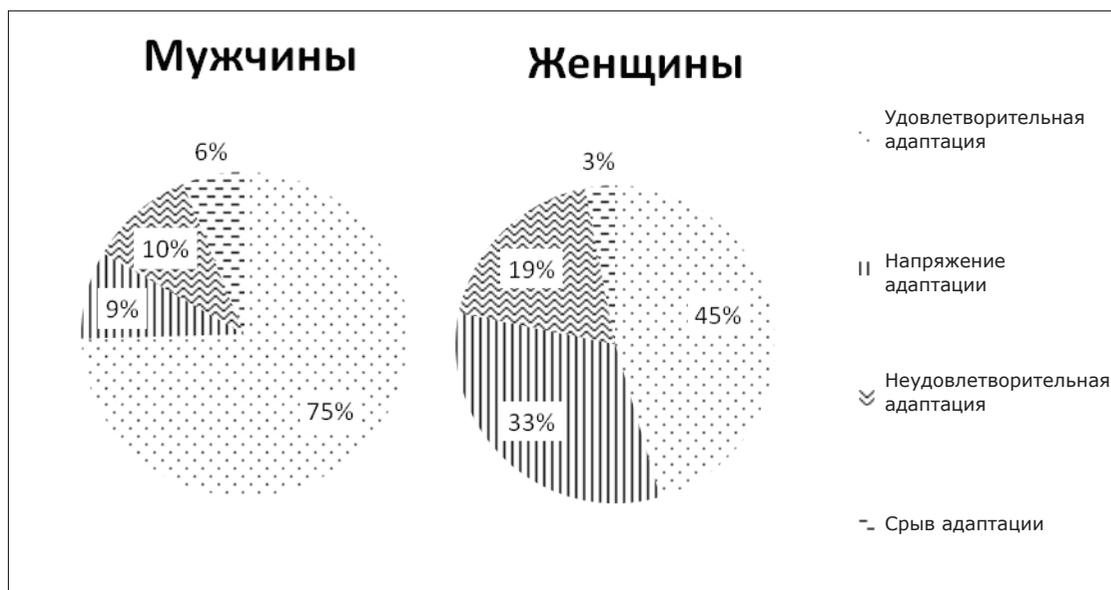


Таблица 3.
Критерии оценки уровней адаптации организма по показателям ВРС

Состояние адаптации	Кпа	Индекс Баевского, %	ПАРС (модуль)	ИФИ (баллы)	Вариабельность ритма сердца
Удовлетворительная адаптация	0-7,5	≥75	0-3	до 2,59	Нормальная
Напряжение адаптации	7,5-13	50-74	4-5	2,60 — 3,09	Умеренно сниженная (1-я степень)
Неудовлетворительная адаптация	13-50	20-49	6-7	3,10 — 3,49	Низкая (2-я степень)
Срыв адаптации	>50	≤19	8-10	3,50 и выше	Ригидность (3-я степень)

ющих адаптационные возможности организма, было выделено 4 общепринятых уровня адаптации (табл. 3) [1-3, 9, 10, 12]. Комплексная оценка вариабельности ритма сердца предусматривает диагностику функциональных состояний. Изменения вегетативного баланса в виде активации симпатического звена рассматриваются как неспецифический компонент адаптационной реакции в ответ на различные стрессорные воздействия [2, 3]. Следует иметь в виду, что пациенты с неудовлетворительным уровнем и срывом адаптации должны относиться к группе риска по возникновению жизнеугрожающих состояний, в первую очередь по причине сердечно-сосудистых осложнений [1-3, 12, 15-18]. Данные состояния могут говорить также о декомпенсации имеющихся хронических заболеваний у данных пациентов и требующих неотложной коррекции. Состояние напряжения адаптации по аналогии рассматривается

ЛИТЕРАТУРА

1. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // *Circulation*. — 1996. — Vol. 93. — P. 1043-65.

2. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. — Иваново, 2000. — 200 с.

ется как признак субкомпенсации заболеваний, указывая на необходимость назначения лечения или коррекции проводимой терапии.

Удовлетворительная адаптация выявлена у 57% — 160, напряжение адаптации — у 23% — 64, неудовлетворительная адаптация — у 16% — 43, срыв адаптации — у 4% — 12. Распределение уровней адаптации среди мужчин и женщин представлено на рис. 3. Выявлено преобладание удовлетворительной адаптации среди мужчин ($p=0,017$), при этом пациентов с напряжением адаптации больше среди женщин ($p<0,001$).

Таким образом, использование критериев для анализа ВРС с учетом актуальных на сегодняшний день норм и рекомендаций позволяет объективно оценить вегетативный тонус, вариабельность ритма сердца и уровень адаптации пациентов с формированием соответствующего заключения и рекомендаций по дальнейшему обследованию.

3. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение / под редакцией А.М. Вейна. — М.: Медицинское информационное агентство, 2003. — 752 с.

4. Бокерия Л.А. Внезапная сердечная смерть / Л.А. Бокерия, А.Ш. Ревишвили, Н.М. Неминущий. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 272 с.



5. Родионов А. ММА им. И.М. Сеченова. Клиническое значение исследования variability сердечного ритма / Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.medicus.ru/cardiology/spec/?cont=article&art_id=947.
6. Покровский Г.Ф. Физиология человека / Г.Ф. Покровский, В.М. Коротко. — М.: Медицина, 2003. — 656 с.
7. Национальные российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике (приняты на пленарном заседании Российского национального конгресса кардиологов 27 сентября 2013, г. Санкт-Петербург).
8. Рябыкина Г.В. Холтеровское и бифункциональное мониторирование ЭКГ и артериального давления / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. — М.: Медпрактика-М, 2008. — 320 с.
9. Баевский Р.М. Введение в донозологическую диагностику / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. — М.: Слово, 2008. — 220 с.
10. Берёзный Е.А. Практическая кардиоритмография. — 3-е издание, переработанное / Е.А. Берёзный, А.М. Рубин, Г.А. Утехина. — СПб: ООО НПП «НЕО», 2005. — 140 с.
11. Воробьев А.С. Электрокардиография: Новейший справочник / А.С. Воробьев. — СПб: СпецЛит, 2011. — 456 с.
12. Яблчанский Н.И. Variability сердечного ритма. В помощь практическому врачу / Н.И. Яблчанский, А.В. Мартыненко. — Харьков: КНУ, 2010. — 131 с.
13. Макаров Л.М. Особенности использования анализа variability ритма сердца у больных с болезнями сердца // Физиология человека. — 2002. — Т. 28, № 3. — С. 65-68.
14. Rajendra Acharya U.K. Heart rate variability: a review / U.K. Rajendra Acharya, P. Joseph, N. Kannathal, Choo Min Lim, Jasjit S. Suri // International Federation for Medical and Biological Engineering. — 2006. — 103 p.
15. Kleiger R.E. Stability over time of variables measuring heart rate variability in normal subjects. / R.E. Kleiger, J.T. Bigger, M.S. Bosner et al. // Am J Cardiol. — 1991. — Vol. 68. — P. 626-630.
16. Leite Marceli Rocha. Correlation between heart rate variability indexes and aerobic physiological variables in patients with COPD / M.R. Leite, E.M. Cipulo Ramos, R.C. Cuissi et al. // Respirology. — 2015. — Vol. 20(2). — P. 273-278.
17. Buccelletti F. Linear and Nonlinear Heart Rate Variability Indexes in Clinical Practice / F. Buccelletti, M.G. Bocci, E. Gilardi et al. // Comput Math Methods Med. — 2012. — №219080.
18. Kanters J.K. Lack of evidence for low-dimensional chaos in heart rate variability / J.K. Kanters, N.H. Holstein-Rathlou, E. Agner // Journal of Cardiovascular Electrophysiology. — 1994. — Vol. 5. — P. 591-601.