

УДК 612.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.50.2.03

**Татьяна Владимировна Ипполитова<sup>1</sup>,  
Михаил Михайлович Наумов<sup>2</sup>,  
Евгений Евгеньевич Степура<sup>3</sup>,  
Николай Михайлович Наумов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>2</sup> Курский государственный аграрный университет им. И. И. Иванова, Курск, Россия

<sup>3</sup> Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

<sup>2</sup> Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

## **АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗУБЦОВ P, T И ИНТЕРВАЛА P-Q КОРОВ ДЖЕРСЕЙСКОЙ ПОРОДЫ С РАЗНОЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ**

**Аннотация.** На современном этапе развития ветеринарной медицины недостаточно внимания уделяется исследованиям заболеваний сердца у крупного рогатого скота. Поскольку исследования сердца важны в ветеринарной практике, нами были проанализированы характеристики ЭКГ и вариабельность ритма сердца у 103 голов породы джерси. Для анализа и записи ЭКГ джерсейского скота использовали программу CONAN-4.5 на фронтальной отводящей системе по методу М. П. Рощевского. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) является широко используемым методом в медицинской практике для оценки вегетативной регуляции и состояния сердца. Математический анализ ритмов сердечного ритма для определения состояния вегетативной нервной системы важен для патогенетического лечения многих заболеваний. Важное место занимает вопрос удовлетворения потребностей населения в молочных продуктах. По этой причине животноводческая отрасль развивается быстрыми темпами. Однако при совершенствовании молочного скотоводства необходимо учитывать физиологические возможности и особенности животных на всех этапах их онтогенеза. Изучение сердечно-сосудистой системы имеет большое значение в ветеринарной лечебно-профилактической работе. При увеличении активности от ваготонии до симпатикотонии молочная продуктивность увеличивается, т. е. активация симпатической вегетативной нервной системы усиливает активность гормона окситоцина, который влияет на интенсивность молокоотдачи. У гиперсимпатикотоников, скорее всего, наблюдаются гиперфункции сердечной деятельности, происходит уменьшение молочной продуктивности.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, молочная продуктивность, электрокардиограмма

UDC 612.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.50.2.03

**Tatyana Vladimirovna Ippolitova<sup>1</sup>,**  
**Mikhail Mikhailovich Naumov<sup>2</sup>,**  
**Evgeny Evgenievich Stepura<sup>3</sup>,**  
**Nikolay Mikhailovich Naumov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Scriabin Moscow State Academy  
of Veterinary Medicine and Biotechnology,  
Moscow, Russia

<sup>2</sup> Kursk State Agrarian University  
named after I. I. Ivanov,  
Kursk, Russia

<sup>3</sup> Moscow City University,  
Moscow, Russia

<sup>4</sup> Kursk Federal Agrarian Scientific Center,  
Kursk, Russia

## ANALYSIS OF INDICATORS OF P-TEETS, T AND INTERVAL P-Q JERSEY COWS WITH DIFFERENT MILK PRODUCTIVITY

**Abstract.** Heart research is important in veterinary practice due to insufficient attention to heart disease in cattle at the present stage of development of veterinary medicine. ECG characteristics and heart rate variability were analyzed in 103 Jerseys. To analyze and record the ECG of Jersey cattle, the CONAN-4.5 program was used on the frontal lead-off system according to the method of M. P. Roschevsky. Analysis of heart rate variability (HRV) is a widely used method in medical practice to assess autonomic regulation and the state of the heart. Mathematical analysis of heart rate rhythms to determine the state of the autonomic nervous system is important for the pathogenetic treatment of many diseases. An important place is occupied by the issue of meeting the needs of the population in dairy products. For this reason, the livestock industry is developing rapidly. However, when improving dairy cattle breeding, it is necessary to take into account the physiological capabilities and characteristics of animals at all stages of their ontogenesis. The study of the cardiovascular system is of great importance in veterinary medical and preventive work. With an increase in activity from «vagotania» to «sympathicotonia», milk productivity increases, i.e. activation of the sympathetic autonomic nervous system increases the activity of the hormone oxytocin, which affects the intensity of milk flow. Hypersympathicotonic patients most likely have hyperfunctions of cardiac activity, there is a decrease in milk production.

**Keywords:** cardiovascular system, milk production, electrocardiogram

### Введение

**Д**жерсейская порода — одна из старейших пород жирномолочного скота в мире. Разведение этого скота началось на острове Джерси, отсюда и название — джерсейская. Долгое время эта порода оставалась чистопородной, а начиная с XIX века она экспортировалась в США и Великобританию, а затем распространилась по всему миру [1–3].

Данная порода может производить более 5000 литров молока в год и является самой высокожирной молочной породой. Среднее содержание жира в молоке составляет не менее 6 %. Именно из-за такого содержания жира, белка и кальция фермеры покупают это животное [4–7].

В источниках отсутствуют электрофизиологические параметры variability сердечного ритма электрокардиограммы коров джерсейской породы [8]. Данные показатели могли бы учитывать тонкий механизм вегетативной регуляции сердца, что добавило бы данных в ветеринарную медицину и позволило ей расширить свою базу диагностики самых весьма распространенных заболеваний сердца у данной породы, так как между молочной продуктивностью и кардиоваскулярной системой существует взаимосвязь [9–14].

**Целью** научной работы является: проанализировать изменения зубцов P, T и интервала P-Q электрокардиограммы коров джерсейской породы с разной молочной продуктивностью.

**Задачи** научной работы:

- 1) провести регистрацию ЭКГ и математический анализ у исследуемых животных;
- 2) проанализировать электрофизиологические показатели ЭКГ исследуемых животных;
- 3) проанализировать молочную продуктивность коров джерсейской породы в зависимости от электрофизиологических параметров ЭКГ.

## Материалы и методы исследования

Характеристики ЭКГ и variability ритма сердца были проанализированы у 103 голов породы джерси. Для анализа и записи ЭКГ джерсейского скота использовали программу CONAN-4.5 на фронтальной отводящей системе по методу М. П. Рощевского. ЭКГ записывали за два-три часа до приема пищи. Клинические исследования включали в себя пальпацию, перкуссию и аускультацию в строгом соответствии с методикой клинического обследования животных по Б. В. Уша.

Обработку полученного материала проводили в программе Statistica 10.0 for Windows и рассчитывали следующие параметры: среднее арифметическое ( $M$ ), ошибку среднего арифметического ( $m$ ),  $t$ -критерий Стьюдента. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты исследования и их обсуждение

Полученные ЭКГ животных проанализированные с помощью программы CONAN-4.5, значения зубцов P, T, интервала P-Q и значения молочной продуктивности в зависимости от вегетативного гомеостаза представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1

**Показатели зубца Р вариационной пульсометрии исследуемых животных**

№	ИН, у. е.	ИВТ по ИН	Зубец Р, сек.	Достоверность между группами
1	≤ 50	ваготония	0,079 ± 0,001	1–3 ( $p < 0,001$ )
2	51–150	нормотония	0,081 ± 0,001	1–2 ( $p < 0,001$ )
3	151–250	симпатикотония	0,088 ± 0,001	1–4 ( $p < 0,001$ )
4	≥ 251	гиперсимпатикотония	0,096 ± 0,001	2–3 ( $p < 0,001$ )
				2–4 ( $p < 0,001$ )
				3–4 ( $p < 0,01$ )

Таблица 2

**Показатели зубца Т вариационной пульсометрии исследуемых животных**

№	ИН, у. е.	ИВТ по ИН	Зубец Т, сек.	Достоверность между группами
1	≤ 50	ваготония	0,129 ± 0,01	1–3 ( $p < 0,001$ )
2	51–150	нормотония	0,134 ± 0,01	1–2 ( $p < 0,001$ )
3	151–250	симпатикотония	0,146 ± 0,01	1–4 ( $p < 0,001$ )
4	≥ 251	гиперсимпатикотония	0,165 ± 0,01	2–3 ( $p < 0,001$ )
				2–4 ( $p < 0,001$ )
				3–4 ( $p < 0,01$ )

Таблица 3

**Показатели интервала Р-Q вариационной пульсометрии исследуемых животных**

№	ИН, у. е.	ИВТ по ИН	Интервал Р-Q	Достоверность между группами
1	≤ 50	ваготония	0,27 ± 0,01	1–3 ( $p < 0,001$ )
2	51–150	нормотония	0,21 ± 0,01	1–2 ( $p < 0,001$ )
3	151–250	симпатикотония	0,15 ± 0,01	1–4 ( $p < 0,001$ )
4	≥ 251	гиперсимпатикотония	0,12 ± 0,01	2–3 ( $p < 0,001$ )
				2–4 ( $p < 0,001$ )
				3–4 ( $p < 0,01$ )

Таблица 4

**Молочная продуктивность коров джерсейской породы с разным индексом напряжения за 305 дней**

№	ИН, у. е.	ИВТ по ИН	Молочная продуктивность	Достоверность между группами
1	≤ 50	ваготония	5448 ± 162,1	1–3 ( $p < 0,001$ )
2	51–150	нормотония	5697 ± 131,2	1–2 ( $p < 0,001$ )
3	151–250	симпатикотония	5903 ± 196,5	1–4 ( $p < 0,001$ )
4	≥ 251	гиперсимпатикотония	5668 ± 189,7	2–3 ( $p < 0,001$ )
				2–4 ( $p < 0,001$ )
				3–4 ( $p < 0,01$ )

В группе «ваготоники» парасимпатический отдел вегетативной нервной системы преобладает над симпатическими, и зубец Р составляет  $0,079 \pm 0,001$  сек. ( $p < 0,05$ ). Это значение меньше, чем у нормотоников, симпатикотоников и гиперсимпатикотоников на 0,002 сек., 0,009 сек. и 0,017 сек. соответственно.

Значение зубца Р при нормотонии составляет  $0,081 \pm 0,001$  сек. ( $p < 0,05$ ), что указывает на вегетативное равновесие между парасимпатической и симпатической нервными системами и напряжение в парасимпатической ВНС. Это значение на 0,002 сек. больше при ваготонии, на 0,007 сек. меньше при симпатикотонии и на 0,015 сек. меньше при гиперсимпатикотонии.

В группе с преобладанием симпатической активности, характеризующейся симпатическим сдвигом вегетативного баланса, значение зубца Р составляет  $0,088 \pm 0,001$  сек. ( $p < 0,05$ ). Это значение на 0,009 сек. и 0,007 сек. больше, чем у животных с исходным вегетативным тонусом (ИВТ) «ваготония» и «нормотония» соответственно, и на 0,008 сек. меньше, чем у коров джерсейской породы с ИВТ «гиперсимпатикотония».

Гиперсимпатикотоники характеризуются интервалом между сердечными сокращениями  $0,096 \pm 0,001$  сек. ( $p < 0,05$ ), самым низким среди всех других групп. Эти значения на 0,017 сек., 0,015 сек. и 0,008 сек. больше, чем у ваготоников, нормотоников и симпатикотоников соответственно.

Таким образом, зубец Р, который характеризует возбудимость предсердий, разный у всех исследуемых групп, с разным вегетативным тонусом. Увеличенный зубец Р наблюдается у гиперсимпатикотоников.

Как показали наши исследования за 305 дней, длительность зубца Т неодинакова у исследуемых животных с разной молочной продуктивностью. У животных с ИВТ «симпатикотония» и «гиперсимпатикотония» наблюдается увеличение длительности зубца Т, что составляет  $0,146 \pm 0,01$  сек. и  $0,165 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) соответственно. А у исследуемых двух групп с ИВТ «ваготония» и «нормотония» наблюдается уменьшение длительности зубца Т, что составляет  $0,129 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) и  $0,134 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) соответственно.

Полный зубец Т свидетельствует об улучшении кровоснабжения миокарда, а также о полноценном метаболическом процессе и о том, что соответствующие биохимические процессы обеспечивают достаточную сердечную деятельность.

При анализе интервала Р-Q у коров джерсейской породы с разным значением индекса напряжения были получены разные показатели. Наблюдается следующая физиологическая картина: с повышением и активности симпатической ВНС значения данного показателя уменьшаются. Данный интервал отражает время атриовентрикулярного проведения, то есть время распространения импульса по предсердиям, АВ-узлу, пучку Гиса и его разветвлениям.

Увеличение значения Р-Q свидетельствует о замедлении проводимости по атриовентрикулярному узлу. Наибольший интервал Р-Q встречается в двух исследуемых группах животных (у ваготоников и нормотоников)  $0,27 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) и  $0,21 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) соответственно. А уменьшение интервала

наблюдается у симпатикотоников и гиперсипатикотоников —  $0,15 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) и  $0,12 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) соответственно.

Подобное укорочение интервала связано с быстрым проведением нервного возбуждения, при этом происходит частая импульсация желудочков.

Таким образом, укорочение обусловлено наличием в составе проводящей системы сердца дополнительных пучков проведения. В результате осуществляется дополнительный сброс импульсов и в определенный момент желудочки получают двойную импульсацию, одну — физиологическую, в обычном режиме, а вторую — патологическую, через пучки.

Наибольшая молочная продуктивность наблюдается в двух группах исследуемых животных с предполагаемым ИВТ «симпатикотония» и «нормотония» —  $5903,35 \pm 196,5$  кг ( $p < 0,05$ ) и  $5696,52 \pm 131,9$  кг ( $p < 0,05$ ) соответственно. Это свидетельствует о том, что организм здоровых коров имеет достаточные функциональные резервы обмена веществ и энергии, чтобы справиться с нагрузкой, вызванной процессом лактации, за счет поддержания вегетативного гомеостаза.

В наших исследованиях в двух группах исследуемых животных наблюдалось преобладание автономных регуляторных контуров: самый низкий показатель удоя составил  $5448,2 \pm 162,2$  ( $p < 0,05$ ) кг у коров с ИН ниже 50 у. е. и предполагаемым ИВТ «ваготония».

Исследуемый крупный рогатый скот с предполагаемым ИВТ «гиперсимпатикотония» имел более низкий показатель удоя по сравнению с симпатикотониками —  $5667,6 \pm 189,7$  кг ( $p < 0,05$ ). Эта группа коров джерсейской породы характеризуется повышенным симпатическим тонусом вегетативной нервной системы, что указывает на интенсивный контроль сердечного ритма. Постоянная активация центральных контуров управления приводит к напряжению в системе управления, что снижает адаптационные механизмы и характеризуется переходом от здоровья к болезни. Это свидетельствует о том, что функциональные резервы, затрачиваемые механизмами вегетативной регуляции на адаптацию к лактации, недостаточны. Подобная ситуация приводит к изменению вегетативного гомеостаза.

В таблице 1 показана взаимосвязь между удоем и полученными значениями зубцов и интервала P-Q. Результаты наших исследований показали, что значения зубцов P и T не были одинаковыми у исследуемых животных с разным удоем. Животные исследуемой группы с наименьшим удоем имели самые низкие значения зубцов P и T —  $0,079 \pm 0,001$  сек. ( $p < 0,05$ ) и  $0,129 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ) соответственно, с предположительным ИВТ «ваготония». При увеличении симпатической активности ВНС значения зубцов P и T увеличились до  $0,088 \pm 0,001$  сек. ( $p < 0,05$ ) и  $0,146 \pm 0,01$  сек. ( $p < 0,05$ ), соответственно, и наблюдалось увеличение удоя.

Таким образом, наблюдаются изменения в продолжительности зубцов P и T в зависимости от типа вегетативного состояния. У животных с преобладанием вегетативного состояния длительность анализируемых зубцов увеличивается, и, соответственно, повышается их молочная продуктивность.



Коровы с самой высокой молочной продуктивностью имеют низкий индекс интервала P-Q —  $0,15 \pm 0,01$  ( $p < 0,05$ ), а коровы с самой низкой молочной продуктивностью —  $0,27 \pm 0,01$  ( $p < 0,05$ ). Таким образом, видно, что интервал P-Q уменьшается соответственно с увеличением молочной продуктивности.

Таким образом, повышение зубца P, возможно, связано с увеличением предсердий, так как кровоток коров джерсейской породы с более высокой молочной продуктивностью наращивает объем внесосудистой жидкости в кровотоке. Это приводит к повышению объема циркулирующей крови, которая увеличивает венозный возврат и заполнение предсердий, что приводит к их гипертрофии. А зубец T считается показателем многофункционального состояния миокарда, и полный зубец T указывает на то, что улучшается кровоснабжение миокарда и становится адекватным метаболизм.

## Заключение

Таким образом, во время исследований установлены значения зубцов P, T и интервала P-Q. Данные показатели можно считать породными особенностями данной исследуемой группы животных. При изменении симпатической активности от ваготонии до гиперсимпатикотонии значение ИН регуляторных систем повышается. При анализе зубца P наблюдается следующая картина: данное значение тоже увеличивается с симпатической активностью. У зубца T наблюдается такая же картина — происходит увеличение числового показателя с возрастанием исходного вегетативного тонуса, а значение интервала P-Q при повышении симпатической активности, наоборот, уменьшается. При увеличении активности от ваготонии до симпатикотонии молочная продуктивность увеличивается, т. е. активация симпатической вегетативной нервной системы усиливает активность гормона окситоцина, который влияет на интенсивность молокоотдачи. У гиперсимпатикотоников, скорее всего, наблюдаются гиперфункции сердечной деятельности, происходит уменьшение молочной продуктивности. В своих исследованиях мы установили следующую взаимосвязь: при увеличении зубца T и P происходит активация симпатического отдела вегетативной нервной системы.

## Список источников

1. Антипина В. П. Характерные особенности джерсейской породы крупного рогатого скота / В. П. Антипина, Ю. А. Оконешникова, И. П. Иванова // XVII International scientific conference. 2021. № 4. С. 97–99. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46122657>
2. Наумов М. М. Клиническая электрофизиология животных: учебное пособие / М. М. Наумов, А. С. Емельянова, Н. М. Наумов и др. Курск, 2020. 228 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42319298>
3. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний: учебное пособие. М.: Медицина, 1997. 265 с.

4. Емельянова А. С. Сравнительный анализ электрокардиографических показателей высокопродуктивных и низкопродуктивных коров-первотелок с разным исходным вегетативным тонусом регуляторных систем // Зоотехния. 2010. № 4. С. 6–8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13754966>
5. Емельянова А. С. Индекс вегетативного равновесия у телок с разной вегетативной реактивностью // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 4. С. 28–29. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15110241>
6. Емельянова А. С. Анализ изменения длительности сегментов ЭКГ при физической нагрузке у телочек с разным исходным вегетативным тонусом // Сельскохозяйственная биология. 2010. Т. 45. № 2. С. 77–81. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14617371>
7. Никитов С. В., Емельянова А. С. Повышение молочной продуктивности с использованием биологически активной добавки «Витартил» у коров с разным уровнем функционирования регуляторных систем // Ветеринария и кормление. 2012. № 2. С. 38–40. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20340729>
8. Емельянова А. С., Лупова Е. И. Повышение адаптационных возможностей коров первотелок к острому стрессу с использованием метаболита «Янтарная кислота» // Вестник РГАУ. 2012. № 4. С. 25–26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18362610>
9. Кулаичев А. П. Компьютерная электрофизиология: учебное пособие. М.: Изд-во Московского университета, 2002. 379 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19495810>
10. Berger R. D. Assessment of autonomic response by broadband respiration / R. D. Berger, J. P. Saul, R. J. Cohen // Trans. Biomed. Eng. 1989. Vol. 36. P. 1061–1065.
11. Bigger J. T. Jr. The Multicenter Postinfarction Research Group: The relationship among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in 2 years after myocardial infarction / J. T. Jr. Bigger, J. L. Fleiss, R. Kleiger // Trans. Biomed. Eng. 1984. Vol. 69. P. 250.
12. Bigger J. T. Jr. Stability over time of heart period variability in patients with previous myocardial infarction and ventricular arrhythmias. The CAPS and ESVEM investigators / J. T. Jr. Bigger, J. L. Fleiss, L. M. Rolnitzky // Am. J. Cardiol. 1992. Vol. 69. P. 718–723.
13. Bigger J. T. Jr. The ability of several short-term measures of RR variability to predict mortality after myocardial infarction / J. T. Jr. Bigger, J. L. Fleiss, L. M. Rolnitzky // Circulation. 1993. Vol. 88. P. 927–934.
14. Bigger J. T. Jr. Power law behavior of RR-interval variability in healthy middle-aged persons, patients with recent acute myocardial infarction, and patients with heart transplants / J. T. Jr. Bigger, R. C. Steinman, L. M. Rolnitzky // Circulation. 1996. Vol. 93. P. 2142–2151.

## References

1. Antipina V. P. Characteristic features of the Jersey breed of cattle / V. P. Antipina, Yu. A. Okoneshnikova, I. P. Ivanova // XVII International scientific conference. 2021. № 4. P. 97–99. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46122657>
2. Naumov M. M. Clinical electrophysiology of animals: textbook / M. M. Naumov, A. S. Emelyanova, N. M. Naumov et al. Kursk, 2020. 228 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42319298>



3. Baevsky R. M., Berseneva A. P. Evaluation of the adaptive capacity of the body and the risk of developing diseases: textbook. Moscow: Medicine Publishing House, 1997. 265 p.
4. Emelyanova A. S. Comparative analysis of electrocardiographic parameters of high-yielding and low-yielding first-calf heifers with different initial vegetative tone of regulatory systems // *Zootechnics*. 2010. № 4. P. 6–8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13754966>
5. Emelyanova A. S. Index of vegetative balance in heifers with different vegetative reactivity // *Dairy and beef cattle breeding*. 2010. № 4. P. 28–29. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15110241>
6. Emelyanova A. S. Analysis of changes in the duration of ECG segments during exercise in heifers with different initial vegetative tone // *Agricultural biology*. 2010. Vol. 45. № 2. P. 77–81. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14617371>
7. Nikitov S. V., Emelyanova A. S. Improving milk productivity with the use of the biologically active additive Vitartil in cows with different levels of functioning of regulatory systems // *Veterinary and feeding*. 2012. № 2. P. 38–40. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20340729>
8. Emelyanova A. S., Lupova E. I. Increased adaptive capacity of first-calf heifer cows to acute stress using the metabolite «Succinic acid» // *Bulletin of FGBOU VPO RSATU*. 2012. № 4. P. 25–26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18362610>
9. Kulaichev A. P. Computer electrophysiology: textbook. Moscow: Moscow University Press, 2002. 379 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19495810>
10. Berger R. D. Assessment of autonomic response by broadband respiration / R. D. Berger, J. P. Saul, R. J. Cohen // *Trans. Biomed. Eng.* 1989. Vol. 36. P. 1061–1065.
11. Bigger J. T. Jr. The Multicenter Postinfarction Research Group: The relationship among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in 2 years after myocardial infarction / J. T. Jr. Bigger, J. L. Fleiss, R. Kleiger // *Trans. Biomed. Eng.* 1984. Vol. 69. P. 250.
12. Bigger J. T. Jr. Stability over time of heart period variability in patients with previous myocardial infarction and ventricular arrhythmias. The CAPS and ESVEM investigators / J. T. Jr. Bigger, J. L. Fleiss, L. M. Rolnitzky // *Am. J. Cardiol.* 1992. Vol. 69. P. 718–723.
13. Bigger J. T. Jr. The ability of several short-term measures of RR variability to predict mortality after myocardial infarction / J. T. Jr. Bigger, J. L. Fleiss, L. M. Rolnitzky // *Circulation*. 1993. Vol. 88. P. 927–934.
14. Bigger J. T. Jr. Power law behavior of RR-interval variability in healthy middle-aged persons, patients with recent acute myocardial infarction, and patients with heart transplants / J. T. Jr. Bigger, R. C. Steinman, L. M. Rolnitzky // *Circulation*. 1996. Vol. 93. P. 2142–2151.