



УДК 619: 615: 636. 22. 28
DOI: 10.25688/2076-9091.2022.46.2.01

Евгений Евгеньевич Степура

Государственный социально-гуманитарный университет, Коломна, Россия,
chimik89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0554-6331>

Анализ электрофизиологических параметров ВСР животных с разным вегетативным статусом

Аннотация. Актуальность темы исследования электрофизиологических показателей variability сердечного ритма (ВСР) у коров джерсейской породы с разным уровнем вегетативной регуляции ранее не проводились, и их нормальные значения в доступной литературе не описаны. Учитывая тонкость механизмов вегетативной регуляции сердца, существует потребность в расширении базы диагностики весьма распространенных заболеваний сердца у животных. Целью исследований является изучение электрофизиологических параметров ВСР у крупного рогатого скота для оценки возможности включения их в комплексный подход к анализу функционирования сердца у животных. Исследовали 103 здоровые коровы джерсейской породы. Была изучена зависимость изменения электрофизиологических показателей variability сердечного ритма от вегетативного статуса животного. Для регистрации кардиоинтервалограмм использовали компьютерную комплексную электрофизиологическую лабораторию CONAN-4.5. Запись у крупного рогатого скота проводилась в спокойном состоянии в положении стоя. Были изучены электрофизиологические показатели ВСР. В связи с этим оценку этих параметров целесообразно включить в базовый набор комплекса методик диагностики заболеваний сердца у крупного рогатого скота.

Ключевые слова: индекс напряжения, электрофизиологические показатели, variability сердечного ритма, сердце

Evgeny Evgenievich Stepura

State Social and Humanitarian University, Kolomna, Russia,
chimik89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0554-6331>

**Analysis of the Electrophysiological Parameters
of VRV Animals with Different Vegetative Status**

Abstract. Relevance of the topic the study of electrophysiological parameters of HRV in Jersey cows with different levels of vegetative regulation has not been previously carried out, and their normal values are not described in the available literature. Taking into account the subtlety of the mechanisms of autonomic regulation of the heart, there is a need to expand the base for diagnosing very common heart diseases in animals. The aim of the research is to study the electrophysiological parameters of heart rate variability in cattle in order to assess the possibility of including them in an integrated approach to the analysis of the functioning of the heart in animals. 103 healthy Jersey cows were studied. The dependence of changes in electrophysiological parameters of heart rate variability on the vegetative status of the animal was studied. To register cardiointervalograms, a computer complex electrophysiological laboratory CONAN-4.5 was used. The recording was carried out in cattle in a calm state in a standing position. The electrophysiological parameters of HRV were studied. In this regard, it is advisable to include the assessment of these parameters in the basic set of methods for diagnosing heart diseases in cattle.

Keywords: stress index, electrophysiological parameters, heart rate variability, heart

Введение

Одной из самой древних и жирномолочных культурных разновидностей крупного рогатого скота являются коровы джерсейской породы. Разведение данной породы как племенной началось на острове Джерси, отсюда она и получила свое название.

Коровы данной породы долго сохраняли свою чистокровность (племенную книгу завели в 1886 году), а в начале XIX века животные были вывезены за пределы своей родины — в Англию и США. Затем коровы джерсейской породы получили свое распространение во всем мире.

Данная порода является лучшим жирномолочным видом. За один год корова может давать свыше 4000 л молочной продукции. А при качественном рационе данный показатель может увеличиваться иногда до 10 000 л (средний показатель жирности составляет не менее 6 %) [1].

Молоко данной породы содержит повышенные показатели жирности, белка и кальция, поэтому предприятие (животноводческий комплекс) «Вакинское Агро», находящееся в с. Вакино (Рыбновский район, Рязанская область), приобрело и содержит этот вид коров. Система содержания животных там круглогодичная стойловая.

В литературных источниках отсутствуют электрофизиологические параметры ВСП ЭКГ коров джерсейской породы, и, учитывая тонкость механизмов

вегетативной регуляции сердца, существует потребность в расширении базы диагностики весьма распространенных заболеваний сердца у животных [2–9]. Исследования подобного рода ранее не проводились за рубежом, и в частности в странах Западной Европы и США [10–14].

Цель данной исследовательской работы — установить электрофизиологические параметры ЭКГ и проанализировать их у животных с разным вегетативным статусом.

Задачи исследовательской работы:

- 1) провести регистрацию ЭКГ у исследуемых животных;
- 2) провести математический анализ ВСР с помощью электрофизиологической лаборатории CONAN–4.5;
- 3) установить вегетативный статус животного;
- 4) проанализировать полученные значения электрофизиологических параметров.

Методы исследования

Снятие электрокардиограмм у животных проводилась по методике М. П. Роцевского, за 3–3,5 часа до приема пищи. Полученные в ходе исследования ЭКГ была подвергнута математической обработке с помощью лаборатории CONAN–4.5 (фото 1 и 2).



Фото 1. Комплексная электрофизиологическая лаборатория CONAN–4.5



Фото 2. Запись ЭКГ у исследуемых животных

Для анализа полученных числовых показателей использовались биометрические методы статистического анализа с расчетом средних величин стандартов отклонения [2, 9]. Статистическую обработку материала проводили

с использованием программы Statistica 10.0. Оценивали нормальность распределения полученных данных с помощью критерия Колмогорова – Смирнова, в зависимости от чего использовали параметрические или непараметрические методы оценки. Производили вычисление средних значений показателей и стандартной ошибки ($M \pm SE$), а также t -критерия Стьюдента при нормальном распределении, в противном случае получали медиану и межквартильный размах (Me, 25L; 75U) и определяли U -критерий Манна – Уитни. Для анализа связи между признаками применяли вычисление коэффициентов корреляции и детерминации, свидетельствующего о достаточной адекватности построенных моделей. Уровень вероятности не менее 95 % считали статистически значимым ($p < 0,05$).

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведенного исследования у коров джерсейской породы были сняты и математически обработаны электрокардиограммы по методике, разработанной Р. М. Баевским. Полученные соотношения животных по вегетативному тонузу представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значение индекса напряжения коров джерсейской породы с разным вегетативным статусом

Индекс напряжения, у. е.	Количество животных	ИВТ по ИН
≤ 50	9	ваготония
51–150	25	нормотония
151–250	52	симпатикотония
≥ 251	17	гиперсимпатикотония

Как видно из таблицы 1, первая группа исследуемых животных (9 голов) с индексом напряжения до 50 у. е. и с предполагаемым ИВТ «ваготония» характеризовалась преобладанием парасимпатической ВНС.

Вторая группа животных (25 голов) с индексом напряжения от 51 до 150 у. е. с предполагаемым ИВТ «нормотония» характеризовалась равновесным состоянием ВНС между ПО и СО, что свидетельствовало об активности ПО ВНС.

Третья группа животных (52 коровы) характеризовалась преобладанием симпатической ВНС с индексом напряжения от 151 до 250 у. е. и с предполагаемым ИВТ «симпатикотония».

Четвертая группа животных (17 голов) характеризовалась повышенными показателями симпатической ВНС с ИН ≥ 251 у. е. с предполагаемым ИВТ «гиперсимпатикотония».

Зубец P возникает при возбуждении правого и левого предсердий. Значения зубца P представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значение зубца *P* исследуемых животных

Индекс напряжения, у. е.	ИВТ по ИН	Зубец <i>P</i> , сек.
≤ 50	ваготония	0,079 ± 0,001
51–150	нормотония	0,081 ± 0,001
151–250	симпатикотония	0,088 ± 0,001
≥ 251	гиперсимпатикотония	0,096 ± 0,001

Примечание: достоверность различий зубца *P* оценивалась между группами с применением *t*-критерия Стьюдента, $p < 0,05$.

У группы ваготоников ПО преобладает над СО ВНС, значение показателя зубца *P* составило $0,079 \pm 0,001$ сек. Данное значение меньше, чем у нормотоников, симпатикотоников и гиперсимпатикотоников на $0,002$ сек., $0,009$ сек. и $0,017$ сек. соответственно.

Значение показателя зубца *P* у нормотоников — $0,081 \pm 0,001$ сек. Они характеризовались равновесным состоянием ВНС между ПО и СО, что свидетельствовало о тоне парасимпатического отдела ВНС.

У симпатикотоников, которые характеризовались смещением вегетативного баланса в сторону симпатической вегетативной нервной системы, значение зубца *P* составило $0,088 \pm 0,001$ сек. Данное значение больше, чем у ваготоников и нормотоников, на $0,009$ сек. и $0,007$ сек. соответственно и меньше, чем у гиперсимпатикотоников, — $0,008$ сек.

У гиперсимпатикотоников наблюдается наибольшее значение зубца *P* — $0,096 \pm 0,001$ сек.

Другим проанализированным показателем variability сердечного ритма у животных с разным вегетативным статусом был зубец *T*. Значения зубца *T* у животных с разным вегетативным тонусом представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значение зубца *T* исследуемых животных

Индекс напряжения, у. е.	ИВТ по ИН	Зубец <i>T</i> , сек.
≤ 50	ваготония	0,129 ± 0,01
51–150	нормотония	0,134 ± 0,01
151–250	симпатикотония	0,146 ± 0,01
≥ 251	гиперсимпатикотония	0,165 ± 0,01

Примечание: достоверность различий зубца *P* оценивалась между группами с применением *t*-критерия Стьюдента, $p < 0,05$.

Для ваготоников данный показатель составил $0,129 \pm 0,01$ сек., эта категория характеризовалась активностью парасимпатического отдела.

Значение показателя зубца *T* у нормотоников — $0,134 \pm 0,01$ сек. Они характеризовались равновесным состоянием ВНС между ПО и СО.

Группа симпатикотоников, которая характеризовалась смещением вегетативного баланса в сторону симпатической вегетативной нервной системы зубца *P*, — $0,146 \pm 0,01$ сек., а у гиперсимпатикотоников — $0,165 \pm 0,01$ сек.

Таким образом, при повышении значения зубца Т увеличивается симпатическая активность ВНС, а уменьшение наблюдается при раздражении парасимпатической нервной системы.

Другим показателем вариабельности сердечного ритма у животных с разным вегетативным статусом является проанализированный интервал PQ. Установлено, что продолжительность интервала PQ зависит от ЧСС. Значения интервалов PQ у животных с разным вегетативным тонусом представлены в таблице 4.

Таблица 4

Значения интервалов PQ у исследуемых животных

Индекс напряжения, у. е.	ИВТ по ИН	Интервал PQ
≤ 50	ваготония	0,27 ± 0,01
51–150	нормотония	0,21 ± 0,01
151–250	симпатикотония	0,15 ± 0,01
≥ 251	гиперсимпатикотония	0,12 ± 0,01

Примечание: достоверность различий зубца P оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента, $p < 0,05$.

Для ваготоников значение интервала PQ — 0,27 ± 0,01 сек., у данной группы преобладает ПО ВНС.

Значение показателя интервала PQ у нормотоников — 0,21 ± 0,01 сек. — группа характеризовалась равновесным состоянием ВНС между ПО и СО.

У симпатикотоников значение интервала PQ — 0,15 ± 0,01 сек., группа характеризовалась смещением вегетативного баланса в сторону симпатического отдела вегетативной нервной системы, а для гиперсимпатикотоников — 0,12 ± 0,01 сек.

В таблице 5 представлены значения молочной продуктивности за 305 дней коров данной породы.

Таблица 5

Значение молочной продуктивности коров джерсейской породы с разным вегетативным тонусом

ИН, у. е.	ИВТ по ИН	Зубец P, сек.	Зубец T, сек.	Интервал PQ	Молочная продуктивность
≤ 50	ваготония	0,079 ± 0,001	0,129 ± 0,01	0,27 ± 0,01	5448 ± 162,1
51–150	нормотония	0,081 ± 0,001	0,134 ± 0,01	0,21 ± 0,01	5697 ± 131,2
151–250	симпатикотония	0,088 ± 0,001	0,146 ± 0,01	0,15 ± 0,01	5903 ± 196,5
≥ 251	гиперсимпатикотония	0,096 ± 0,001	0,165 ± 0,01	0,12 ± 0,01	5668 ± 189,7

Примечание: достоверность различий зубца P оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента, $p < 0,05$.

В таблице 4 представлены взаимосвязи молочной продуктивности и значения полученных зубцов и интервала. Как показывают проведенные исследования, у коров джерсейской породы с различной молочной продуктивностью

за 305 дней значения зубцов P и T неодинаковы. У исследуемых коров с наименьшей молочной продуктивностью наблюдаются наименьшие значения зубцов P и T — $0,079 \pm 0,001$ сек. и $0,129 \pm 0,01$ сек. соответственно, с предполагаемым ИВТ «ваготония». А при увеличении значений P и T — $0,088 \pm 0,001$ сек. и $0,146 \pm 0,01$ сек. молочная продуктивность увеличивается соответственно. Одновременно наблюдается изменение длительности зубцов P и T в зависимости от типа вегетативного статуса. Таким образом, у животных с преобладанием симпатической вегетативной нервной системы наблюдается увеличение длительности зубцов P и T и, соответственно, увеличивается молочная продуктивность.

Таким образом, у коров джерсейской породы с наибольшей молочной продуктивностью в кровеносное русло поступает большое количество внесосудистой жидкости, тем самым увеличивается объем циркулирующей крови, в результате повышается объем венозного возврата и наполняемость предсердий, следовательно, увеличение зубца P связано с гипертрофией предсердий. Зубец T рассматривают как показатель функционального состояния миокарда, полный зубец говорит об улучшенном кровоснабжении сердечной мышцы и о полноценных метаболических процессах.

У коров с наибольшей молочной продуктивностью наблюдаются низкие показатели интервала PQ — $0,15 \pm 0,01$, а с наименьшей молочной продуктивностью — $0,27 \pm 0,01$. Таким образом, с увеличением молочной продуктивности наблюдается уменьшение показателя интервала PQ соответственно, что свидетельствует об активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Заключение

В ходе проведенных исследований мы пришли к следующим выводам.

1. У коров джерсейской породы в ходе исследования провели регистрацию электрокардиограммы с помощью современной комплексной электрофизиологической лаборатории CONAN-4.5.

2. У коров джерсейской породы в ходе исследования получили числовые значения индекса напряжения и значения зубца P , зубца T и интервала PQ .

3. При математическом анализе электрокардиограмм установили породные особенности вариабельности сердечного ритма коров джерсейской породы с учетом вегетативного тонуса. В связи с этим оценку этих параметров целесообразно включить в базовый набор комплекса методик диагностики заболеваний сердца у крупного рогатого скота.

4. В работе установлены зависимости молочной продуктивности за 305 дней от исследуемых зубцов и интервала. При увеличении значений зубцов P и T , молочная продуктивность увеличивается с повышением СО ВНС. При повышении СО ВНС значение интервала PQ уменьшается, а молочная продуктивность увеличивается соответственно.

Список источников

1. Антипина В. П., Оконешникова Ю. А., Иванова И. П. Характерные особенности джерсейской породы крупного рогатого скота // 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: учеб. 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 РГАТУ. 2012. № 4. С. 25–26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18362610>
9. Кулаичев А. П. Компьютерная электрофизиология: учеб. пособие. М.: Издательство Московского университета, 2002, 379 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19495810>
10. Berger R. D., Saul J. P., Cohen R. J. Assessment of autonomic response by broadband respiration // Trans. Biomed. Eng. 1989. Vol. 36. P. 1061–1065.
11. Bigger J. T., Fleiss J. L., Kleiger R. The Multicenter Postinfarction Research Group: The relationship among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in 2 years after myocardial infarction // Trans. Biomed. Eng. 1984. Vol. 69. P. 250.
12. Bigger J. T. Jr., Fleiss J. L., Rolnitzky L. M. Stability over time of heart period variability in patients with previous myocardial infarction and ventricular arrhythmias. The CAPS and ESVEM investigators // Am. J. Cardiol. 1992. Vol. 69. P. 718–723.
13. Bigger J. T. Jr., Fleiss J. L., Rolnitzky L. M. The ability of several short-term measures of RR variability to predict mortality after myocardial infarction // Circulation. 1993. Vol. 88. P. 927–934.
14. Bigger J. T. Jr., Steinman R. C., Rolnitzky L. M. Power law behavior of RR-interval variability in healthy middle-aged persons, patients with recent acute myocardial infarction, and patients with heart transplants // Circulation. 1996. Vol. 93. P. 2142–2151.

References

1. Antipina V. P., Okoneshnikova Yu. A., Ivanova I. P. Characteristic features of the Jersey breed of cattle // 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. T. 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., Saul J. P., Cohen R. J. Assessment of autonomic response by broadband respiration // Trans. Biomed. Eng. 1989. Vol. 36. P. 1061–1065.
11. Bigger J. T., Fleiss J. L., Kleiger R. The Multicenter Postinfarction Research Group: The relationship among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in 2 years after myocardial infarction // Trans. Biomed. Eng. 1984. Vol. 69. P. 250.
12. Bigger J. T. Jr., Fleiss J. L., Rolnitzky L. M. Stability over time of heart period variability in patients with previous myocardial infarction and ventricular arrhythmias. The CAPS and ESVEM investigators // Am. J. Cardiol. 1992. Vol. 69. P. 718–723.
13. Bigger J. T. Jr., Fleiss J. L., Rolnitzky L. M. The ability of several short-term measures of RR variability to predict mortality after myocardial infarction // Circulation. 1993. Vol. 88. P. 927–934.
14. Bigger J. T. Jr., Steinman R. C., Rolnitzky L. M. Power law behavior of RR-interval variability in healthy middle-aged persons, patients with recent acute myocardial infarction, and patients with heart transplants // Circulation. 1996. Vol. 93. P. 2142–2151.