

УДК: 612.13

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.421

ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КОРОВ

Ипполитова Т. В. – д.биол.н., проф., МГА ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. М. Скрябина, РФ (ORCID 0000-0001-8362-7972), **Наумов М. М.** – д.вет.н., проф., Курская ГСХА, РФ (ORCID 0000-0001-8362-7922), **Степура Е. Е.** – к.биол.н., доцент, ИЕСТ МГПУ, РФ (ORCID 0000-0002-0554-6331), **Наумов Н. М.** – к.биол.н., старший научный сотрудник лаборатории «Агробиотехнологии» (ORCID 0000-0002-2149-4711), **Кузнецов С. В.** – к.вет.н., доцент, МГА ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. М. Скрябина (ORCID 0000-0002-4444-5170)

*chimik89@mail.ru

Поступила: 09.03.2023

Принята к публикации: 10.05.2023

Опубликована онлайн: 29.06.2023

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, вегетативный статус, электрокардиограмма, крупный рогатый скот, джерсейская порода.

Key words: cardiovascular system, vegetative status, electrocardiogram, cattle, Jersey breed.



РЕФЕРАТ

Исследования сердца крупного рогатого скота важны в ветеринарной практике из-за недостаточного внимания к заболеваниям сердца у данного вида животных коров джерсейской породы. Сердце имеет важное значение для организма животных, которое обеспечивает баланс между парасимпатическими и симпатическими отделами вегетативной нервной системы. В ходе опыта животные были разделены на четыре группы по показателю индекса напряжения и исходного вегетативного тонуса. Индекс напряжения (ИН) — это показатель, который наиболее полно информирует о степени напряжения компенсаторных внутренних механизмов организма, а также об уровне функционирования центрального контура регуляции сердечного ритма. Анализ сердечно-сосудистой системы животных был проведен по Р.М. Баевскому, регистрировался синусовый сердечный ритм с последующим анализом структуры. Исследования проводились с помощью современной комплексной электрокардиографической лаборатории «CONAN 4.5» разработанной в МГУ имени М.В. Ломоносова на кафедре высшей нервной деятельности. Проведен сравнительный анализ числовых характеристик электрофизиологических показателей. На основании этих данных были установлены породные особенности коров джерсейской породы. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) является широко используемым методом в медицинской практике для оценки вегетативной регуляции и состояния сердца. Математический анализ электрокардиограммы позволяет определить индексы и выявить состояние вегетативной нервной системы. Большую роль играет 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.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Джерсейская порода – одна из старейших пород жирномолочного скота в мире. Все разведение этого скота началось на острове Джерси, это и явилось причиной наименования данной породы крупного рогатого скота. Долгое время эта порода оставалась чистопородной, а начиная с XIX века она экспортировалась в США и Великобританию, а затем распространилась по всему миру [1-5].

Данная порода может производить более 5000 литров молока в год и является самой высокожирной молочной породой, а при хорошем питании этот показатель может достигать 10000 литров. Среднее содержание жира в молоке составляет не менее 6%.

В зарубежных и русских источниках отсутствуют электрофизиологические параметры вариабельности сердечного ритма электрокардиограммы коров джерсейской породы [10-18].

Целью научной работы является: проанализировать электрофизиологические показатели вариабельности сердечного ритма коров джерсейской породы с разным вегетативным статусом, а также сопоставить полученные показатели с молочной продуктивностью.

Задачи научной работы:

1) Провести регистрацию ЭКГ и математический анализ электрокардиограмм у исследуемых животных.

2) Проанализировать вегетативный статус и электрофизиологические показатели ЭКГ исследуемых животных.

3) Проанализировать молочную продуктивность коров джерсейской породы в зависимости от электрофизиологических параметров ЭКГ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ / MATERIALS AND METHOD

Характеристики ЭКГ и вариабельность ритма сердца были проанализированы у 103 голов джерсейской породы. Для анализа и записи ЭКГ джерсейского скота использовали программу «CONAN-4.5» на фронтальной отводящей системе по методу М.П. Рошеского. ЭКГ записывали за два-три часа до еды. Клинические

исследования включали в себя пальпацию, перкуссию и аускультацию в строгом соответствии с методикой клинического обследования животных по Б.В. Уша.

В период проведения исследований животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания в соответствии с зоогигиеническими требованиями. Объектов составило $n = 103$ коровы джерсейской породы, привезенные в Рязанскую область Рыбновского района село Вакино ООО «Вакинское Агро» из Дании, имеют среднюю живую массу $412,4 \pm 19,7$ кг и чашеобразную форму вымени, на второй лактации.

При анализе электрокардиограмм коров джерсейской породы были рассчитаны индекс напряжения, а на его основе исходный вегетативный тонус, а также значения – зубцов-P, -T, интервала P-Q и значения молочной продуктивности за 305 дней в зависимости от вегетативного гомеостаза.

Степень централизации управления сердечным ритмом определяли с помощью индекса напряжения (ИН) регуляторных систем, который вычисляли по формуле:

$$\text{ИН} = \frac{\text{АМо}}{2 \times \Delta X \times \text{Мо}}$$

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 И ОБСУЖДЕНИЕ / RESULTS AND DISCUSSION

Полученные ЭКГ животных проанализированные с помощью программы «CONAN-4.5» значения – зубцов-P, -T, интервала P-Q и значения молочной продуктивности за 305 дней в зависимости от вегетативного гомеостаза (табл. 2). Исследуемые животные были разделены на основе индекса напряжения регуляторных систем (ИН), а на его основе установлен исходный вегетативный статус

(ИВТ). В таблице 1 представлено соотношение типов вегетативной нервной системы у исследуемых коров джерсейской породы, которое отражает исходный вегетативный тонус, рассчитанный на основе индекса напряжения.

На основе полученных данных исследуемые животные были разделены на группы в соответствии с индексом напряжения, по которому рассчитывался исходный вегетативный тонус.

Проанализировав данные таблицы 2, мы предложили следующую оценку исходного вегетативного тонуса по индексу напряжения для исследуемых животных. Среди всего массива животных наибольшее количество коров «симпатикотоников», для которых характерно преобладание симпатического отдела вегетативного тонуса над парасимпатическим, что составило 50,5%. Их больше на 41,8 %, 26,2 % и 34 %, чем «ваготоников», «нормотоников» и «гиперсимпатикотоников» соответственно, индекс напряжения данной группы – 151 – 250 у.е.

Наименьшее количество – «ваготоники», у которых преобладает парасимпатический отдел вегетативной

нервной системы над симпатическим. Количество таких коров составило 8,7 %, их меньше на 15,6 %, 41,8 % и 7,8 %, чем «нормотоников», «симпатикотоников» и «гиперсимпатикотоников» соответственно, индекс напряжения данной группы – менее 50 у.е.

«Нормотоников» оказалось меньше на 26,2 %, чем «симпатикотоников». Они характеризуются сбалансированным состоянием регуляторных систем вегетативной нервной системы – 24,3 %, их больше на 15,6 % и 7,8 %, чем «ваготоников» и «гиперсимпатикотоников» соответственно, индекс напряжения данной группы – 51 – 150 у.е.

Соответственно количество «гиперсимпатикотоников» составило 16,5 %, их больше на 7,8 %, чем «ваготоников», и меньше на 7,8 % и 34,0 %, чем «нормотоников» и «симпатикотоников» соответственно, индекс напряжения данной группы – более 251 у.е.

Группы были сформированы по принципу вегетативной регуляции, которая рассчитывалась на основе показателей индекса напряжения.

Таблица 1
Соотношение типов вегетативной нервной деятельности в массиве исследуемых коров, %

| Исходный вегетативный тонус по индексу напряжения | | | |
|---|-------------|----------------|---------------------|
| менее 50 у.е. | 51-150 у.е. | 151-250 у.е. | более 251 у.е. |
| Ваготония | Нормотония | Симпатикотония | Гиперсимпатикотония |
| 8,7 | 24,3 | 50,5 | 16,5 |

В группе «ваготоники» парасимпатические нервы преобладают над симпатическими, и зубец-Р составляет $0,079 \pm 0,001$ сек ($p < 0,05$). Это значение меньше, чем «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

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма исследуемых животных

| ИН, у.е. | ИВТ по ИН | Зубец Р, сек | Зубец Т, сек | Интервал Р-Q | Молочная продуктивность |
|----------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|
| ≤50 | Ваготония (n=9) | 0,079±0,001 | 0,129±0,01 | 0,27±0,01 | 5448±162,1 |
| 51-150 | Нормотония (n=25) | 0,081±0,001 | 0,134±0,01 | 0,21±0,01 | 5697±131,2 |
| 151-250 | Симпатикотония (n=52) | 0,088±0,001 | 0,146±0,01 | 0,15±0,01 | 5903±196,5 |
| ≥251 | Гиперсимпатикотония (n=17) | 0,096±0,001 | 0,165±0,01 | 0,12±0,01 | 5668±189,7 |

Примечание: достоверность различий зубца-Р, Т, интервала Р-Q и молочная продуктивность оценивалась между группами с применением t-критерия Стьюдента, $p < 0,05$

симпатическим сдвигом вегетативного баланса, значение зубца-Р составляет $0,088 \pm 0,001$ сек ($p < 0,05$). Это значение на $0,009$ сек и $0,007$ секунды больше, чем у животных с ИВТ «ваготония» и «нормотония» соответственно, и на $0,008$ секунды 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 $0,008$ секунды больше, чем у «ваготоников», «нормотоников» и «симпатикотоников» соответственно.

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

Как показали наши исследования, длительность зубца-Т неодинакова у исследуемых животных с разными исходным вегетативным статусом. 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 двух других 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 атрио-вентрикулярного проведения, то есть время распространения импульса по предсердиям, АВ-узлу, пучку Гиса и его разветвлением.

Увеличение значения Р-Q свидетельствует о замедлении проводимости по атриоventрикулярному 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 «гиперсимпатикотоников» – $0,15 \pm 0,01$ сек ($p < 0,05$) и $0,12 \pm 0,01$ сек ($p < 0,05$) соответственно.

Укорочение связано с быстрым прове-

дением нервного возбуждения, происходит частая импульсация желудочков.

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

Наибольшая молочная продуктивность наблюдается в двух группах, 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, 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 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», имели более низкий показатель удоя по сравнению с «симпатикотониками» – $5667,6 \pm 189,7$ кг ($p < 0,05$). Эта группа джерсейской породы характеризуется повышенным симпатическим тонусом в вегетативной нервной системе, что указывает на интенсивный контроль сердечного ритма. Постоянная активация центральных контуров управления приводит к постоянному 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, что приводит к изменению вегетативного гомеостаза.

Таким образом, повышение зубца-Р

возможно связано с увеличением предсердий, а зубец-Т считается показателем многофункционального состояния миокарда, и полный зубец-Т показывает на то, что улучшено кровоснабжение миокарда и адекватный метаболизм.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, во время исследований установлены значения зубцов-Р, -Т и интервала Р-Q. Данные показатели можно считать, как породными особенностями данной исследуемой группы животных. При изменении симпатической активности от «ваготонии» до «гиперсимпатикотонии» значение ИН регуляторных систем повышается.

При увеличении активности от «ваготонии» до «симпатикотонии» молочная продуктивность за 305 дней 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 взаимосвязь, при увеличении зубца-Т и -Р происходит повышение активности молочной продуктивности, а при уменьшении интервала Р-Q молочная продуктивность увеличивается.

Полученные электрофизиологические показатели ЭКГ коров джерсейской породы в состоянии относительного покоя, дают нам показатели, которые характеризуют нормальную работу сердечной деятельности, а при изменении их характеризует патологические состояния. Данные значения мы можем использовать ветеринарной медицине, при проведении практических и лабораторных занятий по физиологии в ветеринарных институтах, а также будет являться базой для дальнейших научных изысканий в области вариабельности сердечного ритма параметров ЭКГ коров джерсейской породы.

DYNAMICS OF ELECTROPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF HEART RATE VARIABILITY IN COWS

Ippolitova T. V. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. M. Skryabin (ORCID 0000-0001-8362-7972), **Naumov M. M.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kursk State Agricultural Academy (ORCID 0000-0001-8362-7922), **Stepura E. E.** * – Ph.D., Associate Professor, IEST MGPU (ORCID 0000-0002-0554-6331), **Naumov N. M.** – Ph.D., senior researcher of the laboratory "Agrobiotechnology" (ORCID 0000-0002-2149-4711), **Kuznetsov S. V.** – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. M. Skryabin (ORCID 0000-0002-4444-5170)

*chimik89@mail.ru

ANNOTATION

Studies of the heart of cattle are important in veterinary practice due to insufficient attention to heart diseases in this type of animal of the Jersey cow breed. The heart is important for the animal organism, which provides a balance between the parasympathetic and sympathetic divisions of the autonomic nervous system. During the experiment, the animals were divided into four groups according to the stress index and the initial vegetative tone. The stress index (TI) is an indicator that most fully informs about the degree of stress of the compensatory internal mechanisms of the body, as well as the level of functioning of the central circuit of heart rhythm regulation. An analysis of the cardiovascular system of animals was carried out according to R.M. Baevsky, sinus heart rate was recorded with subsequent analysis of the structure. The studies were carried out using the modern complex electrocardiographic laboratory "CONAN 4.5" developed at the Moscow State University named after M.V. Lomonosov at the Department of Higher Nervous Activity. A comparative analysis of the numerical characteristics of electrophysiological indicators was carried out. Based on these data, the breed

characteristics of the Jersey cows were established. 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 the electrocardiogram allows you to determine the indices and identify the state of the autonomic nervous system. An important role is played 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.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине /Р.М. Баевский. – Физиология человека, 2002. Т 28. № 2. С. 70-82.
2. Баевский Р.М. К проблеме прогнозирования функционального состояния человека в условиях длительного космического полета /Р.М. Баевский. – Физиол. Журн. СССР. 1972, 6, с.819- 827.
3. Баевский Р.М. Кибернетический анализ процессов управления сердечным ритмом /Р.М. Баевский. – Актуальные проблемы физиологии и патологии кровообращения. М., Медицина.1976. С. 161 -175.
4. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М., Медицина, 1979, 205 с.
5. Воскресенский А.Д. Статистический анализ сердечного ритма и показателей гемодинамики в физиологических исследованиях /А.Д. Воскресенский, М.Д. Вентцель. – М., Наука, 1974, 221 с.
6. Лягин Ф.Ф. Костромская порода крупного рогатого скота – наша марка [Текст] /Ф.Ф. Лягин, Г.А. Бадин. – В сб.: 60 лет костромской породе крупного рогатого скота: материалы юбилейной научно-практич. конф. - Кострома, 2004. - С. 58-67.
7. Афанасьев М.Ю. Молочная продуктивность животных в связи с особенностями

- их сердечно-сосудистой системы. Автореф. дисс. канд. биол. Наук. М., ИМБП, 2016, 23 с.
8. Дебабрат М. ЭКГ. Клинические примеры [Текст] / М. Дебабрат. – Справочник. – М.: Центр развития межсекторальных программ, 2009. – С. 61-62.
9. Донник И.М. Оптимизация показателей резистентности и обменных процессов – основа повышения продуктивного долголетия коров [Текст] / И.М. Донник, И.А. Шкуратова, О.В. Соколова, О.С. Бодрова. – Ветеринария Кубани. - № 3. - Краснодар, 2010.- С. 20-21.
10. Ипполитова Т.В. Математический анализ регуляции сердечного ритма у коров / Т.В. Ипполитова. – Регуляция физиологических функций продуктивных животных. Межвуз. сб. науч. тр. – М., 1993. С. 17 – 20.
11. Ипполитова Т.В. Адаптационные процессы у коров к физиологическим и технологическим факторам / Т.В. Ипполитова. – Актуальные проблемы ветеринарной медицины. Сб. науч. тр. МГАВМиБ. – М., 2009. С. 113 – 115. 5.
12. Копылов С.Н. Показатели ЭКГ и вариабельность ритма сердца у коров при миокардиодистрофии / С.Н. Копылов. – Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – СПб, 2011. № 2. С. 45 – 48.
13. Емельянова А.С. Связь функционального состояния сердечно-сосудистой системы и молочной продуктивности коров по электрокардиографическому обследованию / А.С. Емельянова. – Автореф. дисс. докт. биол. наук. – Рязань: ФГОУ ВПО РГАУ, 2011. – 35с.
14. Мартин М. Руководство по электрокардиографии мелких домашних животных / М. Мартин. – М.: «Аквариум ЛТД», 2001. – 144с.
15. Ковалев С.П. Клиническая диагностика внутренних болезней животных: учебник / С.П. Ковалев и др.; под ред. С.П. Ковалева (Россия), А.П. Курдеко (Беларусь), К.Х. Мурзагулова (Казахстан). - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 544с.
16. Никулин И.А. Диагностика и лечение аритмий сердца у животных: учебное пособие / И.А. Никулин, Е.И. Никулина. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. – 171с.
17. Петров П.Е. Некоторые данные по методике электрокардиографии новорожденных телят / П.Е. Петров. – Ветеринария. - 1965.- №12.- С.54-57.
18. Рощевский М.П. Электрическая активность сердца и методы съемки электрокардиограмм у крупного рогатого скота / М.П. Рощевский – Свердловск: Уральск. науч.-исслед. с.-х. ин-т и гос. ун-т, 1958. - 79 с.
19. Прошева В.И., Ключина И.В., Рощевский М.П. Морфофизиологическая характеристика миокардиальных волокон в желудочках сердца северных оленей и коров / В.И. Прошева, И.В. Ключина, М.П. Рощевский. – Эколого-физиологические исследования в природе и эксперименте: Тез. докл. V Всесоюз. конф. по экологической физиологии и морфологии. Фрунзе, 1977. с. 369-370.
20. Рощевская И.М. Кардиоэлектрическое поле теплокровных животных и человека. С-Пб.: Наука, 2008. 250 с.
21. Рощевский М.П. Эволюционная электрокардиология. Л.: Наука, 1972. 252 с.
22. Acharya U. et al. Heart rate variability: a review // Med Bio Eng Comput. 2006. Vol. 44. P. 1031-1051.
23. Adam DR, Smith JM, Akselrod S. Fluctuations in T-wave morphology and susceptibility to ventricular fibrillation. 1984; 17 (3):209-18.
24. Adamovich BA, Baevsky RM, Berse-neva AP, Funtova II. State-of-the-art automatic evaluation of the health status in space medicine and preventive medicine. Kos-micheskaya Biologiyai Aviakosmi – cheskaya Meditsina. 1990; 24 (4):11-8.
25. Ahmed M.W. et al. Effect of pharmacologic adrenergic stimulation on heart rate variability // J. Am. Coll. Cardiol. 1994. Vol. 24. P. 1082-1090.
26. Akselrod S, Arbel J, Oz O, Benary V, David D. Spectral analysis of HR fluctuations in the evaluation of autonomous control during acute myocardial infarction. Computers in Cardiology. 1985; Pages 315-318.

REFERENCES

1. Baevsky R.M. Analysis of heart rate variability in space medicine /R.M. Bayevsky. - Human Physiology, 2002. T 28. No. 2. S. 70-82.
2. Baevsky R.M. On the problem of predicting the functional state of a person in a long-term space flight /R.M. Bayevsky. - Physiol. Journal. THE USSR. 1972, 6, pp. 819-827.
3. Baevsky R.M. Cybernetic analysis of heart rhythm control processes /R.M. Bayevsky. - Actual problems of physiology and pathology of blood circulation. M., Medicine. 1976. pp. 161-175.
4. Baevsky R.M. Forecasting states on the verge of norm and pathology. M., Medicine, 1979, 205 p.
5. Voskresensky A.D. Statistical analysis of heart rate and hemodynamic parameters in physiological studies /A.D. Voskresensky, M.D. Wentzel. - M., Nauka, 1974, 221 p.
6. Lyagin F.F. Kostroma breed of cattle is our brand [Text] / F.F. Lyagin, G.A. Badin. - In: 60 years of the Kostroma breed of cattle: materials of the anniversary scientific and practical. conf. - Kostroma, 2004. - S. 58-67.
7. Afanasiev M.Yu. Milk productivity of animals in connection with the peculiarities of their cardiovascular system. Abstract diss. cand. biol. Sciences. M., IBMP, 2016, 23 p.
8. Debabrat M. ECG. Clinical cases [Text] / M. Debabrat. - Handbook. - M.: Center for the Development of Intersectoral Programs, 2009. - P. 61-62.
9. Donnik I.M. Optimization of indicators of resistance and metabolic processes is the basis for increasing the productive longevity of cows [Text] / I.M. Donnik, I.A. Shkuratova, O.V. Sokolova, O.S. Bodrov. - Veterinary Kuban. - No. 3. - Krasnodar, 2010.- S. 20-21.
10. Ippolitova T.V. Mathematical analysis of heart rate regulation in cows /T.V. Ippolitova. - Regulation of physiological functions of productive animals. Interuniversity. Sat. scientific tr. - M., 1993. S. 17 - 20.
11. Ippolitova T.V. Adaptation processes in cows to physiological and technological factors /T.V. Ippolitova. - Actual problems of veterinary medicine. Sat. scientific tr. MGAVMiB. - M., 2009. S. 113 - 115. 5.
12. Kopylov S.N. ECG parameters and heart rate variability in cows with myocardial dystrophy /S.N. Kopylov. - Issues of legal regulation in veterinary medicine. - St. Petersburg, 2011. No. 2. S. 45 - 48.
13. Emelyanova A.S. Communication of the functional state of the cardiovascular system and milk productivity of cows by electrocardiographic examination / A.S. Emelyanov. - Abstract. diss. doc. biol. Sciences. - Ryazan: FGOU VPO RGATU, 2011. - 35 p.
14. Martin M. Guidelines for electrocardiography of small animals / M. Martin. - M.: "Aquarium LTD", 2001. - 144 p.
15. Kovalev S.P. Clinical diagnostics of internal animal diseases: textbook / S.P. Kovalev and others; ed. S.P. Kovaleva (Russia), A.P. Kurdeko (Belarus), K.Kh. Murzagulov (Kazakhstan). - St. Petersburg: Lan, 2016. - 544 p.
16. Nikulin I.A. Diagnosis and treatment of cardiac arrhythmias in animals: textbook / I.A. Nikulin, E.I. Nikulin. - Voronezh: FGOU VPO Voronezh State Agrarian University, 2009. - 171p.
17. Petrov P.E. Some data on the method of electrocardiography of newborn calves / P.E. Petrov. - Veterinary. - 1965.- No. 12.- P.54-57.
18. Roschevsky M.P. Electrical activity of the heart and methods of shooting electrocardiograms in cattle / M.P. Roschevsky - Sverdlovsk: Uralsk. scientific research s.-x. in-t and state. un-t, 1958. - 79 p.
19. Prosheva V.I., Klyushina I.V., Roschevsky M.P. Morphophysiological characteristics of myocardial fibers in the ventricles of the heart of reindeer and cows / V.I. Prosheva, I.V. Klyushina, M.P. Roschevsky. - Ecological and physiological research in nature and experiment: Proc. report V All-Union. conf. on ecological physiology and morphology. Frunze, 1977. p. 369-370.
20. Roshchevskaya I.M. Cardioelectric field of warm-blooded animals and humans. St. Petersburg: Nauka, 2008. 250 p.
21. Roschevsky M.P. Evolutionary electrocardiology. L.: Nauka, 1972. 252 p. Acharya U. et al. Heart rate variability: a review // Med Bio Eng Comput. 2006. Vol. 44. P.

1031-1051.

22. Adam DR, Smith JM, Akselrod S. Fluctuations in T-wave morphology and susceptibility to ventricular fibrillation. 1984; 17 (3):209-18.

23. Adamovich BA, Baevsky RM, Berse-neva AP, Funtova II. State-of-the-art automatic evaluation of the health status in space medicine and preventive medicine. Kos-micheskaya Biologiyai Aviakosmi – cheskaya Meditsina. 1990; 24 (4):11-8.

24. Ahmed M.W. et al. Effect of pharmacologic adrenergic stimulation on heart rate variability // J. Am. Coll. Cardiol. 1994. Vol. 24. P. 1082-1090.

25. Akselrod S, Arbel J, Oz O, Benary V, David D. Spectral analysis of HR fluctuations in the evaluation of autonomous control during acute myocardial infarction. Computers in Cardiology. 1985; Pages 315-318.