

Т. В. Ипполитова, Е. Е. Степура

Индекс Макруза для оценки функционального состояния сердечной деятельности коров джерсейской породы с разным вегетативным статусом

Аннотация.

Цель: определение значений индекса Макруза у клинически здоровых коров джерсейской породы с разным вегетативным тонусом.

Материалы и методы. Характеристики ЭКГ и вариабельность ритма сердца были изучены 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. Роцевского. ЭКГ записывали за два-три часа до приема еды. Клинические исследования включали в себя пальпацию, перкуссию и аускультацию в строгом соответствии с методикой клинического обследования животных по Б. В. Уша. В работе рассчитывали индекс Макруза, который представляет собой отношение продолжительности зубца Р к длительности сегмента PQ (разница между продолжительностью зубца Р и интервала PQ) или это доля времени проведения кардиоимпульса по предсердиям к общему времени атриовентрикулярного проведения

Результаты. Полученный электрофизиологический показатель ЭКГ коров джерсейской породы – индекс Макруза в состоянии относительного покоя, характеризует нормальную работу сердечной деятельности, а при изменении его характеризует патологические состояния. Данный показатель составил $0,29-0,81$, изменение его связывают с увеличением времени атриовентрикулярной проводимости и расширением в результате этого интервала Р-Q.

На ЭКГ клинически здоровых коров джерсейской породы с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «ваготония» индекс Макруза составил – $0,29 \pm 0,01$. У данной группы преобладает парасимпатический отдел вегетативной нервной системы. Для здоровых исследуемых животных с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «нормотония» индекс Макруза составил – $0,38 \pm 0,01$. Данная группа характеризуется равновесным состоянием гомеостаза между СО и ПО вегетативной нервной системы. Для животных с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «симпатикотония» индекс Макруза составил – $0,59 \pm 0,01$. У данной группы происходит смещение вегетативного баланса в сторону симпатического отдела вегетативной нервной системы. А для «гиперсимпатикотоников» индекс Макруза составил – $0,81 \pm 0,01$. В данной группе происходит «зашкаливание» симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: электрокардиограмма, коровы джерсейской породы, индекс напряжения, индекс Макруза, сердечная деятельность, вегетативная регуляция.

Авторы:

Ипполитова Татьяна Владимировна – доктор биологических наук, профессор, МГА ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. М. Скрябина; 109472, РФ, г. Москва, ул. Академика Скрябина, 23;

Степура Евгений Евгеньевич – кандидат биологических наук; e-mail: chimik89@mail.ru; Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ; 129226, Россия, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4.

Введение. Клиническое значение ЭКГ в качестве метода функционального исследования кровообращения определяется возможностью с ее помощью распознавать и локализовать нарушения процесса прохождения возбуждения в сердечной мышце и косвенно судить по полученным данным о состоянии сократительного миокарда [1, 2].

Качественная оценка ЭКГ может дать информацию о предсердной или желудочковой гипертрофии, но не позволяет говорить о сердечной

недостаточности. В распознавании начальной стадии сердечной недостаточности большое значение имеет количественная оценка показателей ЭКГ и, в частности, продолжительность зубца Р и его левопредсердного внутреннего отклонения и выведение индекса Макруза [3-6].

По данным ряда авторов [7, 8], увеличение индекса Макруза (отношение продолжительности зубца-Р к продолжительности интервала Р-Q) более 2,78 раза и левопредсердного внутрен-

него отклонения более 0,063 с является признаком недостаточности миокарда левого желудочка у человека [9-12].

У человека индекс Макруза равен 1,1-1,6 условных единиц. При гипертрофии (или дилатации, ДКМП) миокарда правого предсердия индекс Макруза в большинстве составляет менее 1,1 условных единиц. Изменение индекса Макруза связывают с увеличением времени атрио-вентрикулярной проводимости и расширением в результате этого интервала P-Q. Повышение индекса Макруза связывают с увеличением электрической активности левого предсердия [9-12].

У авторов исследований приведены результаты оценки индексных показателей ЭКГ у лошадей и собак. У лошадей: длительность интервала P-Q 0,21-0,34 сек, зубца-P 0,1-0,17 сек, индекс Макруза 0,6, систолический показатель 33-43 %. У клинически здоровых собак индекс Макруза 0,27-0,36, при миокардиодистрофии - 0,4, при сердечной недостаточности - более 0,5 [13].

В норме у собак крупных пород индекс Макруза составляет 0,22-1,0 у.е. При дилатационной кардиомиопатии собак индекс Макруза достоверно возрастает в некоторых случаях до 3,0 у.е. Данный индекс у собак при дилатационной кардиомиопатии достоверно коррелирует с функциональным классом хронической сердечной недостаточности и размерами левого предсердия при проведении эхокардиографического исследования.

В норме у карликовых пород собак - 0,33-1,0 у.е. При эндокардиозе атриовентрикулярных клапанов сердца индекс Макруза достоверно повышался в некоторых случаях до 2,5. Установлено, что величина индекса Макруза у собак, больных эндокардиозом атриовентрикулярных клапанов сердца, достоверно коррелирует с функциональным классом хронической сердечно-сосудистой недостаточности и передне-задним размером левого предсердия [13].

Ряд авторов провели исследования на 71 собаке (пород немецкая овчарка, доберман, спаниель, боксер, ротвейлер в возрасте от 1 года до 12 лет). Из обследованных животных 40 были клинически здоровы, а у 15 объектов диагностировали миокардиодистрофию, у 16 собак отмечались признаки сердечной недостаточности.

На ЭКГ клинически здоровых собак длительность интервала P-Q составила $0,11 \pm 0,01$ сек, зубца-P - 0,03-0,04 сек. Исходя из этих данных, индекс Макруза - 0,27-0,36.

При миокардиодистрофии у 70% собак про-

должительность зубца-P увеличена на 25 % (0,05 с), а интервала P-Q - на 14% (0,125 с). Индекс Макруза равен 0,4. Доли левопредсердного и правопредсердного внутреннего компонента зубца-P оказались практически равными [14].

В доступной отечественной и зарубежной литературе информация о нормативной величине индекса Макруза и его интерпретация у коров джерсейской породы не обнаружена.

Цель исследований - определение значений индекса Макруза у клинически здоровых коров джерсейской породы с разным вегетативным тоном.

Задачи исследовательской работы:

- 1) провести регистрацию ЭКГ и математический анализ у исследуемых животных;
- 2) проанализировать вегетативный статус и электрофизиологические показатели ЭКГ (зубец P и интервал P-Q) исследуемых животных;
- 3) проанализировать индекс Макруза (ИМ) у коров джерсейской породы с разным вегетативным статусом.

Материалы и методы. Характеристики ЭКГ и вариабельность ритма сердца были изучены у 103 голов породы джерси. Для анализа использовали методику предложенную Р. М. Баевским [7, 8, 15, 16], при записи ЭКГ джерсейского скота использовали комплексную электрофизиологическую лабораторию «CONAN-4.5» на фронтальной отводящей системе по методу М.П. Рощевского [17-19]. ЭКГ записывали за два-три часа до приема еды. Клинические исследования включали в себя пальпацию, перкуссию и аускультацию в строгом соответствии с методикой клинического обследования животных по Б. В. Уша.

В работе рассчитывали индекс Макруза, который представляет собой отношение продолжи-

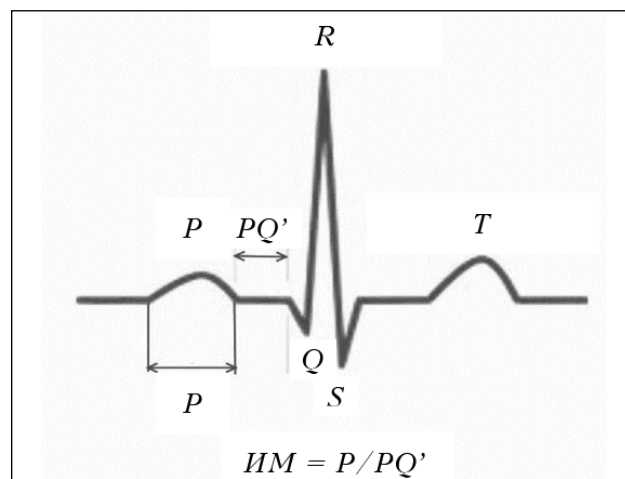


Рис. 1. Электрокардиограмма и расчет значения индекса Макруза (ИМ)

тельности зубца Р к длительности сегмента PQ (разница между продолжительностью зубца Р и интервала PQ) или это доля времени проведения кардиоимпульса по предсердиям к общему времени атриовентрикулярного проведения (рис. 1).

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 $p < 0,05$.

В ходе проведенного исследования были сняты и проанализированы ЭКГ коров джерсейской породы. Исследуемые животные были разделены на группы, основываясь на показателях исходного вегетативного тонуса (ИВТ).

Исходный вегетативный тонус (ИВТ) рассчитывался по интегральному показателю, который отражал степень централизации управления сердечным ритмом и характеризовался активностью механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура — индексу напряжения (ИН).

В таблице 1 представлено соотношение типов вегетативной нервной системы у исследуемых животных, 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 (ИН), по которому рассчитывался исходный вегетативный тонус.

Полученные ЭКГ животных проанализированы с помощью комплексной программой «СО-NAN-4.5». Фрагмент электрокардиограммы коров джерсейской породы представлен на рисунке 2. Полученные в ходе научных исследований значения индекса Макруза в зависимости от индекса напряжения представлены в таблице 2.

При анализе таблицы 2 получена следующая физиологическая картина индекса Макруза у коров джерсейской породы с разным вегетативным статусом. На ЭКГ клинически здоровых коров джерсейской породы с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «ваготония» индекс Макруза составил — $0,29 \pm 0,01$. У данной группы

Таблица 1. Соотношение типов вегетативной нервной системы 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

Таблица 2. Показатели индекса Макруза (ИМ) variability сердечного ритма исследуемых животных

ИН, у.е.	ИВТ по ИН	ИМ
≤ 50	Ваготония	$0,29 \pm 0,01$
51-150	Нормотония	$0,38 \pm 0,01$
151-250	Симпатикотония	$0,59 \pm 0,01$
≥ 251	Гиперсимпатикотония	$0,81 \pm 0,01$

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

преобладает парасимпатический отдел вегетативной нервной системы.

Для здоровых исследуемых животных с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «нормотония» индекс Макруза составил — $0,38 \pm 0,01$. Данная группа характеризуется равновесным состоянием гомеостаза между СО и ПО вегетативной нервной системы.

Для животных с предполагаемым исходным вегетативным тонусом «симпатикотония» индекс Макруза составил — $0,59 \pm 0,01$. У данной группы происходит смещение вегетативного баланса в сторону симпатического отдела вегетативной нервной системы.

А для «гиперсимпатикотоников» индекс Макруза составил — $0,81 \pm 0,01$. В данной группе происходит «зашкаливание» симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Взаимосвязь индекса напряжения (ИН) и индекса Макруза (ИМ) имеет достоверную параболическую зависимость, представленную на ри-

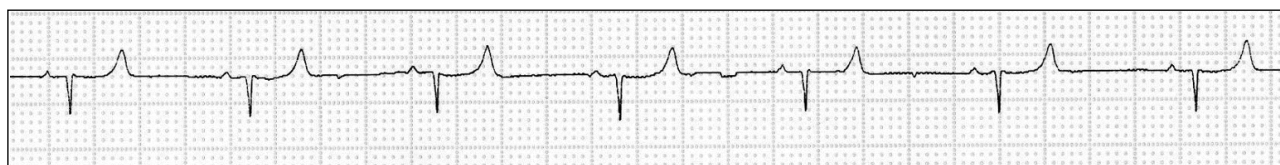


Рис. 2. Фрагмент ЭКГ коровы джерсейской породы

сунке 3. Анализ параболической зависимости, представленной на рисунке 3 между индексом напряжения (ИН) и индексом Макруза (ИМ) показывает, что при повышении значения индекса напряжения ветви анализируемой параболы направлены вверх, то есть значение индекса Макруза (ИМ) повышается. Начало восхождения параболы показывает на преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы с предполагаемым исходным вегетативным статусом «ваготония», а верхушка параболы указывает на преобладание симпатического отдела вегетативной нервной системы с предполагаемым исходным вегетативным статусом «гиперсимпатикотония».

В таблице 3 приведена корреляционная взаимосвязь между индексом напряжения (ИН) и индексом Макруза (ИМ). Взаимосвязь уровня продуктивности коров с показателем моды достоверна, $p < 0,05$, коэффициент корреляции 0,94, коэффициент детерминации 88,24 % и уравнение зависимости — $y = 0,22 + 0,002252x - 0,00000194x^2$.

Полученный электрофизиологический показатель ЭКГ коров джерсейской породы — индекс Макруза в состоянии относительного покоя, характеризует нормальную работу сердечной дея-

тельности, а при изменении его характеризует патологические состояния. Данный показатель составил 0,29-0,81, изменение его связывают с увеличением времени атриовентрикулярной проводимости и расширением в результате этого интервала P-Q.

Повышение индекса Макруза связывают с увеличением электрической активности левого предсердия. Данные значения мы можем использовать в ветеринарной медицине, при проведении практических и лабораторных занятий по физиологии в ветеринарных институтах, а также будут являться базой для дальнейших научных изысканий в области variability сердечного ритма параметров ЭКГ коров джерсейской породы.

Выводы. Таким образом, при правильном подходе и всесторонней расшифровке электрокардиограммы с использованием количественных показателей можно получить полезную информацию для диагностики начальной стадии сердечной недостаточности. Индекс Макруза является информативным показателем в диагностике гипертрофии левого предсердия. При увеличении данного индекса рекомендуем проводить дообследование с использованием метода эхокардиографии.

Таблица 3. Корреляционная взаимосвязь зависимости между индексом напряжения (ИН) и индексом Макруза (ИМ)

Показатель	Уравнение зависимости	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации, %	Достоверность
ИМ	$y = 0,22 + 0,002252x - 0,00000194x^2$	0,94	88,24	$p < 0,05$

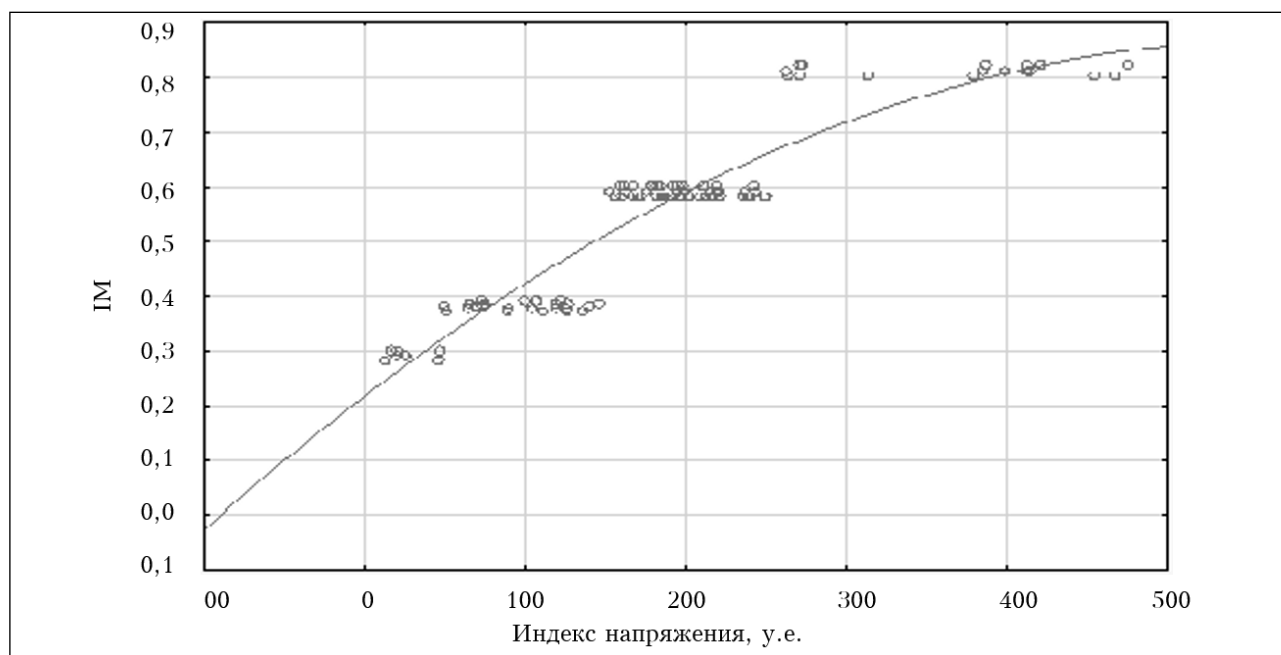


Рис. 3. Параболическая зависимость индекса напряжения (ИН) и индекса Макруза (ИМ) коров джерсейской породы

Литература

1. 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.
2. 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.
3. Копылов С. Н. Показатели ЭКГ и вариабельность ритма сердца у коров при миокардиодистрофии / С. Н. Копылов. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2011. — № 2. — С. 45-48.
4. 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.
5. Петров П. Е. Некоторые данные по методике электрокардиографии новорожденных телят / П. Е. Петров // Ветеринария. — 1965. — №12. — С. 54-57.
6. Прошева В. И., Ключина И. В., Рощевский М. П. Морфофизиологическая характеристика миокардиальных волокон в желудочках сердца северных оленей и коров. Эколого-физиологические исследования в природе и эксперименте: Тез. докл. V Всесоюз. конф. по экологической физиологии и морфологии. — Фрунзе, 1977. — С. 369-370.
7. 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.
8. Баевский Р. М. Кибернетический анализ процессов управления сердечным ритмом. Актуальные проблемы физиологии и патологии кровообращения. — М., Медицина. 1976. С. 16-175.
9. Acharya U. Heart rate variability: a review / U. Acharya et al. // Med Bio Eng Comput. — 2006. — Vol. 44. — P. 1031-1051.
10. Adam D. R. Fluctuations in T-wave morphology and susceptibility to ventricular fibrillation / D. R. Adam, J. M. Smith, S. Akselrod // Journal of Electrocardiology. — 1984. — № 17(3). — № 209-218.
11. Adamovich B. A. State-of-the-art automatic evaluation of the health status in space medicine and preventive medicine / B. A. Adamovich, R. M. Baevsky, A. P. Berseneva, I. I. Funtova Kosmicheskaya Biologiyai Aviakosmicheskaya Meditsina. — 1990. — № 24 (4). — 11-18.
12. Ahmed M. W. Effect of pharmacologic adrenergic stimulation on heart rate variability / M. W. Ahmed et al. // J. Am. Coll. Cardiol. — 1994. — Vol. 24. — P. 1082-1090.
13. Мартин М. Руководство по электрокардиографии мелких домашних животных / М. Мартин. — М.: «Аквариум ЛТД», 2001. — 144с.
14. Маколкин В. И. Состояние предсердий у больных атеросклеротическим кардиосклерозом с нарушением ритма / В. И. Маколкин, А. Л. Сыркин, А. В. Недостуи // Кардиология. — 1973. — № 7. — С. 73-76.
15. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине / Р. М. Баевский // Физиология человека. — 2002. — Т. 28. — № 2. — С. 70-82.
16. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. — М., Медицина, 1979. — 205 с.
17. Рощевская И. М. Кардиоэлектрическое поле теплокровных животных и человека. — С-Пб.: Наука, 2008. — 250 с.
18. Рощевский М. П. Эволюционная электрокардиология. — Л.: Наука, 1972. — 252 с.
19. 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.

Ippolitova T., Stepura E.

Macruse index for assessing the functional state of the heart activity of the Jersey breed cows

Abstract.

Purpose: to determine the values of the macruse index in the clinically healthy cows of the Jersey breed with different vegetative tones.

Materials and methods. The characteristics of the ECG and the variability of the rhythm of the heart were learned in 103 goals of the Jersey breed. For the analysis and record of the Jersey cattle ECG, the Conan-4.5 program was used on the frontal diverting system according to the method of M. P. Roshchinsky. ECG was recorded two to three hours before eating. Clinical studies included palpation, percussion and auscultation in strict accordance with the methodology of clinical examination of animals according to B. V. The work was calculated in the work of the macruse index, it is the ratio of the duration of the tooth P to the duration of the PQ segment (the difference between the duration of the Ruz P and the PQ interval) or is the fraction of the time of the cardiopulse by atrium to the total time of the atrioventricular conduct

Results. The obtained electrophysiological indicator of the Jersey breed cows - the macruse index in a state of relative rest, characterizes the normal functioning of cardiac activity, and when they change their pathological conditions. This indicator was 0,29-0,81, its change is associated with an increase in the time of atrioventricular conduction and the expansion of the P-Q interval as a result of this interval. On the ECG, the clinically healthy cows of the Jersey breed with the alleged initial vegetative tone of "Varoidony" the Macruse index was 0.29 ± 0.01 . In this group, the parasympathetic department of the autonomic nervous system prevails. For healthy studied animals with the proposed initial vegetative tone of Normotonia, the macruse index was 0.38 ± 0.01 . This group is characterized by the equilibrium state of homeostasis between CO and the autonomic nervous system. For animals with the alleged initial vegetative tone of the "sympathycotony", the macruse index was 0.59 ± 0.01 . In this group, the vegetative balance takes place towards the sympathetic department of the autonomic nervous system. And for "hypercimpaticotonics" the macruse index was 0.81 ± 0.01 . In this group there is a "goature" of the sympathetic department of the autonomic nervous system.

Keywords: electrocardiogram, cows of the Jersey breed, stress index, macruse index, cardiac activity, autonomic regulation.

Authors:

Ippolitova T. - Dr. Habil (Biol. Sci.), Professor, MGA of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. M. Skryabin; 109472, Russian Federation, Moscow, st. Academician Scriabin, 23;

Stepura E. - PhD (Biol. Sci.); e-mail: chimik89@mail.ru; Institute of Natural Sciences and Sports Technologies of the Moscow State Pedagogical University; 129226, Russia, Moscow, 2nd agricultural passage, 4.

References

1. Ippolitova T. V. Adaptation processes in cows to physiological and technological factors / T. V. Ippolitov. — Actual problems of veterinary medicine. Sat. scientific. tr. Mgavmib. — M., 2009. — P. 113-115.
2. Ippolitova T. V. Mathematical analysis of the regulation of heart rhythm in cows / T. V. Ippolitov. — Regulation of the physiological functions of productive animals. Interuniversity. Sat. scientific. tr. — M., 1993. — P. 17-20.
3. Kopylov S. N. The indicators of the ECG and variability of the rhythm of the heart in cows for myocardio-dystrophy / S. N. Kopylov. // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. — 2011. — № 2. — P. 45-48.
4. Lyagin F. F. Kostroma cattle breed — our brand [Text] / F. F. Lyagin, G. A. Badin. — In Sat: 60 years of Kostroma cattle breed: materials of the anniversary scientific-practical. Conf. — Kostroma, 2004. — P. 58-67.
5. Petrov P. E. Some data on the methodology of electrocardiography of newborn calves / P. E. Petrov // Veterinary medicine. — 1965. — № 12. — P. 54-57.

6. Posva V. I., Klyushina I. V., Roshchevsky M. P. Morphophysiological characteristics of myocardial fibers in the ventricles of the heart of the northern deer and cows. Ecological and physiological studies in nature and experiment: Tez. DOKL. V All -Union. Conf. On environmental physiology and morphology. — Frunze, 1977. С. 369-370.
7. Baevsky R. M. On the problem of predicting the functional state of a person in a long -term space flight / R. M. Baevsky // *Physiol. Journal. The USSR.* — 1972. — № 6. — P. 819-827.
8. Baevsky R. M. Cybernetic analysis of the processes of control of the heart rhythm. Actual problems of physiology and circulatory pathology. — М., Medicine. 1976. P. 16-175.
9. Acharya U. Heart rate variability: a review / U. Acharya et al. // *Med Bio Eng Comput.* — 2006. — Vol. 44. — P. 1031-1051.
10. Adam D. R. Fluctuations in T-wave morphology and susceptibility to ventricular fibrillation / D. R. Adam, J. M. Smith, S. Akselrod // *Journal of Electrocardiology.* — 1984. — № 17(3). — № 209-218.
11. Adamovich B. A. State-of-the-art automatic evaluation of the health status in space medicine and preventive medicine / B. A. Adamovich, R. M. Baevsky, A. P. Berseneva, I. I. Funtova *Kosmicheskaya Biologiyai Aviakosmicheskaya Meditsina.* — 1990. — № 24 (4). — 11-18.
12. Ahmed M. W. Effect of pharmacologic adrenergic stimulation on heart rate variability / M. W. Ahmed et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 1994. — Vol. 24. — P. 1082-1090.
13. Martin M. Electrocardiography Guide to small pets / M. Martin. — М.: “Aquarium LTD”, 2001. — 144 p.
14. Makolkin V. I. The state of atrial in patients with atherosclerotic cardiosclerosis with rhythm disturbance / V.I. Makolkin. A. L. Syrkin, A.V. Nespurei // *Cardiology.* — 1973. — № 7. — P. 73-76.
15. Baevsky R. M. Analysis of the variability of heart rhythm in space medicine / R. M. Baevsky // *Human Physiology.* — 2002. — Vol. 28. — № 2. — P. 70-82.
16. Baevsky R. M. Forecasting of conditions on the verge of norm and pathology. — М., Medicine, 1979. — 205 p.
17. Roshchevskaya I. M. Cardiyletric field of warm -blooded animals and humans. — S-Pb: Nauka, 2008. — 250 p.
18. Roshchevsky M. P. Evolutionary electrocardiology. — L.: Science, 1972. — 252 p.
19. Roshchevsky M. P. Electrical activity of the heart and methods of shooting electrocardiograms in cattle / M. P. Roshchevsky. — Sverdlovsk: Uralsk. Scientific and slander. S.-Kh. Institute and state. University, 1958. — 79 p.