

Е. Е. Степура, В. И. Федоров

Применение метода дисперсионного картирования ЭКГ для оценки функциональных показателей сердечной деятельности у сельскохозяйственных животных

Аннотация.

Цель: определение характеристик временных вариаций дисперсионного картирования ЭКГ и ВСР у коров и спортивных лошадей, а также раннее выявление возможных патологических изменений сердечной деятельности.

Материалы и методы. В работе исследованы коровы и лошади. Оценка функционального состояния сердца исследуемых животных с последующим дисперсионным анализом проведена с использованием компьютерного анализатора. Карта дисперсионных характеристик в приборе проецируется на поверхность компьютерной трехмерной анатомической модели сердца, так называемый «портрет сердца» или квазиэпикард.

Результаты. В результате исследований были получены следующие результаты:

- предложен набор признаков изображений портрета сердца, позволяющий более подробно описать сердечную деятельность у коров и лошадей;
- предложена методика расширения диагностических возможностей за счет анализа признаков изображений портрета сердца и выявления их характерных значений при различных сердечно-сосудистых заболеваниях;
- использование данной методики направлено на повышение объективности оценки результатов анализа расширенного набора выходных данных, полученных в результате анализа изображений портретов сердца с учетом значений дисперсионных характеристик.

Ключевые слова: лошади; жвачные; дисперсионное картирование; сердечно-сосудистая система; диагностика; «портрет сердца».

Авторы:

Степура Е. Е. — кандидат биологических наук; e-mail: chimik89@mail.ru;

Федоров В. И. — доктор биологических наук.

Арктический государственный агротехнологический университет; 677007, Российская Федерация, Респ. Саха (Якутия), Якутск, Сергеляхское ш., д. 3.

Введение. В течение последних 30 лет уровень применения компьютеров в кардиологии значительно повысился. Различные программно-технические комплексы используются для проведения обследований, хранения и накопления медицинской информации [1].

В настоящее время при скрининге функционального состояния все шире используется метод анализа variability сердечного ритма (ВСР) и дисперсионного картирования (ДК) электрокардиограммы (ЭКГ). Важность оценки ВСР заключается в раннем выявлении у животных нарушений вегетативного баланса, которые не только могут выступать как показатели донозологических функциональных изменений, но и быть предвестниками различных патологических процессов [2].

Проблемы диагностики нарушений электрофизиологических свойств миокарда являются ос-

новной предпосылкой разработки новых технологий анализа ЭКГ. Среди новых методов, которые в настоящее время все шире используются в научных исследованиях и повседневной кардиологической практике, можно отметить: ЭКГ высокого разрешения, дипольную электрокардиографию (ДЭ КАРТО), спектрально-временное картирование, wavelate анализ, показатели дисперсий временных и амплитудных параметров кардиоцикла (P-QRS-T) [3].

Метод дисперсионного картирования (ДК) ЭКГ основан на компьютерном формировании карты электрических микроальтернаций ЭКГ-сигнала, отнесенных к определенным камерам сердца (два предсердия, два желудочка). Эта карта получается в результате расчета электрических напряжений между близко расположенными поверхностными точками с использованием в процессе этих расчетов оригинальной модели

биоэлектрического генератора сердца, учитывающей электромагнитное излучение миокарда [4].

Принципиальная особенность метода ДК ЭКГ заключается в том, что анализу подвергаются микроальтернации не только зубца Т, но и микроальтернации зубца R [5].

Основу изменений низкоамплитудных колебаний ЭКГ-сигнала составляют нарушения ионно-транспортной функции, структуры клеточных мембран и митохондриального энергообразования, нарушения микроциркуляции и ряд других факторов [6].

Метод ДК может использоваться во всех областях ветеринарной медицины, где требуется ранняя диагностика, выявление изменений и нарушений электрофизиологических свойств миокарда. Он может использоваться как в качестве самостоятельной методики, так и дополнительного способа оценки состояния миокарда в комплексе с методом стандартной электрокардиографии [7].

«Портрет сердца» формируется в двух видах: со стороны правого предсердия и правого желудочка и со стороны левого предсердия и левого желудочка. Эти два вида не соответствуют анатомическому положению сердца в грудной клетке. «Портрет сердца» в области желудочков отражает интегральную картину дисперсионных изменений, рассчитанную как для деполяризации, так и для реполяризации миокарда. Дисперсионные изменения «портрета сердца» в области предсердий соответствуют только фазе деполяризации [4].

Программно-технический комплекс (ПТК) «КардиоВизор-06С» является одной из последних разработок российских ученых в области кардиологии [4]. «КардиоВизор-06С» представляет собой компьютерный скрининг-анализатор, предназначенный для экспресс-оценки состояния сердца по ЭКГ-сигналам от конечностей. Особенностью данного прибора является дисперсионный анализ низкоамплитудных колебаний ЭКГ и выявления изменений в работе сердца на ранних стадиях.

«Портрет сердца» служит для визуализации изменений в работе сердца. В норме он имеет ровную зеленую окраску, а при патологии на портрете сердца наблюдаются оттенки красных, фиолетовых цветов. Интенсивность окраски показывает степень поражения. Интерпретация «портрета сердца» субъективна, так как полностью зависит от особенностей зрительной системы ветеринарного врача [6].

Данный прибор с помощью разработанной компьютерной программы измеряет и анализирует микроскопические колебания линий ЭКГ-сигналов в нескольких отведениях. Результатом компьютерной обработки ЭКГ-сигнала является карта дис-

персионных изменений миокарда, формируемая в виде так называемого «портрета сердца».

В этой связи **целью** работы является определение характеристик временных вариаций дисперсионного картирования ЭКГ и ВСР у коров и спортивных лошадей, а также раннее выявление возможных патологических изменений сердечной деятельности.

Материалы и методы. Реализованное исследование было выполнено в соответствии с этическими принципами, обозначенными Европейской конвенцией по защите позвоночных, используемых в любых научных целях. Данная конвенция была принята в Страсбурге 18 марта 1986 года и подтверждена в Страсбурге 15 июня 2006 года.

В работе были исследованы коровы и лошади. На момент обследования все животные были клинически здоровыми.

Исследования на лошадях проводились в Пермском племенной конном заводе №9 (Рязанская область, Сапожковский район, Село Черная Речка) и на крупном рогатом скоте, с-з «Рязанский», Рязанский район, Рязанская область, д. Хирино ООО «Авангард».

Оценка функционального состояния сердца исследуемых животных с последующим дисперсионным анализом проведена с использованием компьютерного анализатора «КардиоВизор-06с» (система скрининга сердца компьютерная «Кардиовизор», регистрационный ХУ ФСР 2007/00155 от 16.07.2007. Производитель — ООО «Медицинские компьютерные системы», г. Москва, Зеленоград), предназначенного для экспресс-оценки состояния сердца по ЭКГ-сигналам. Принцип действия прибора основан на методе дисперсионного картирования электрокардиограммы (ЭКГ). Карта дисперсионных характеристик в приборе «Кардиовизор-06С» проецируется на поверхность компьютерной трехмерной анатомической модели сердца, так называемый «портрет сердца» или квазиэпикард. Зеленым цветом обозначают области нормального распределения дисперсионных отклонений. При отклонении от нормативных значений цвет в области изменений меняется на желтый или оттенки красного. Чем больше площадь этих областей, тем больше отклонение от нормы.

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

Регистрацию электрокардиограммы проводили в системе фронтальных отведений, снималась за 2—3 часа до приема пищи, когда частота пульса стабилизировалась.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований на животных с использованием компьютерного анализатора «Кардио-Визор-06с» (система скрининга сердца компьютерная «Кардиовизор», регистрационный ХУ ФСР 2007/00155 от 16.07.2007. Производитель — ООО «Медицинские компьютерные системы», г. Москва, Зеленоград), были получены

и проанализированы «портреты сердца» сельскохозяйственных животных.

Полученный «портрет сердца» лошади методом дисперсионного картирования, представлен ниже (рис. 1–3). У спортивных лошадей наблюдается небольшое превышение нормы показателей состояния миокарда в покое. Показатели «ритма» у исследуемых животных остается в

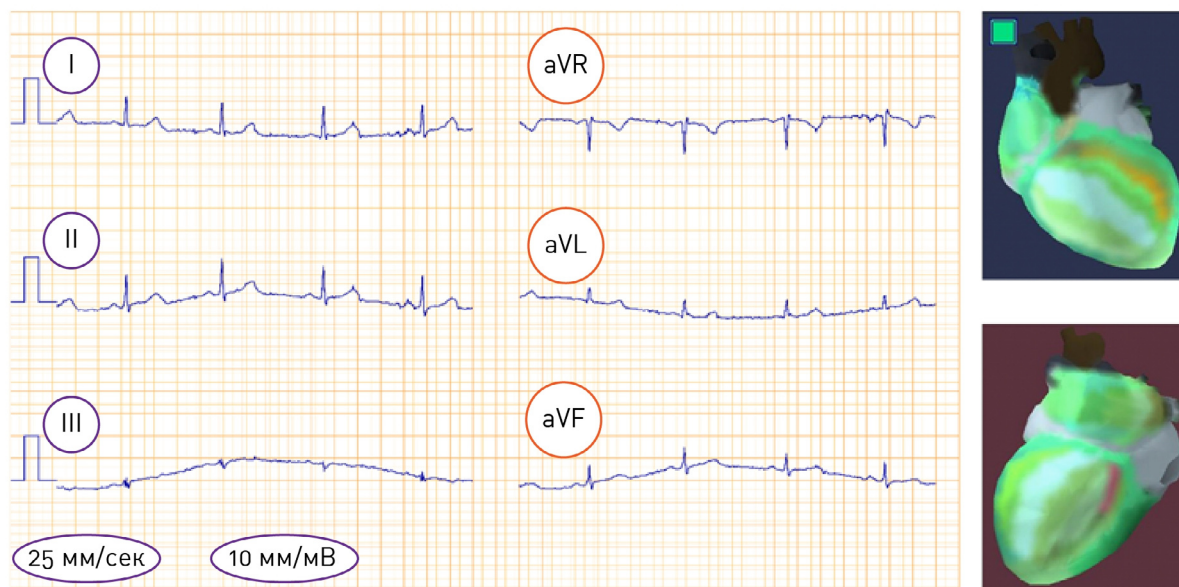


Рис. 1. «Портрет сердца» лошади (возраст 5 лет). Наблюдается раздвоенный зубец-Р, Ритм указывает на синусовую брадикардию, наблюдается трепетание предсердий с регулярной проводимостью в желудочке, ЧСС составляет 28 уд/мин. Значимых дисперсионных отклонений нет, присутствуют умеренные изменения в процессе деполяризации предсердий. Вариабельность ритма в норме (регулярный). Нормальное положение ЭОС. Значимых отклонений в миокарде не наблюдается. Наблюдаются неспецифические изменения миокарда желудочков. Электрическая симметрия желудочков в норме.

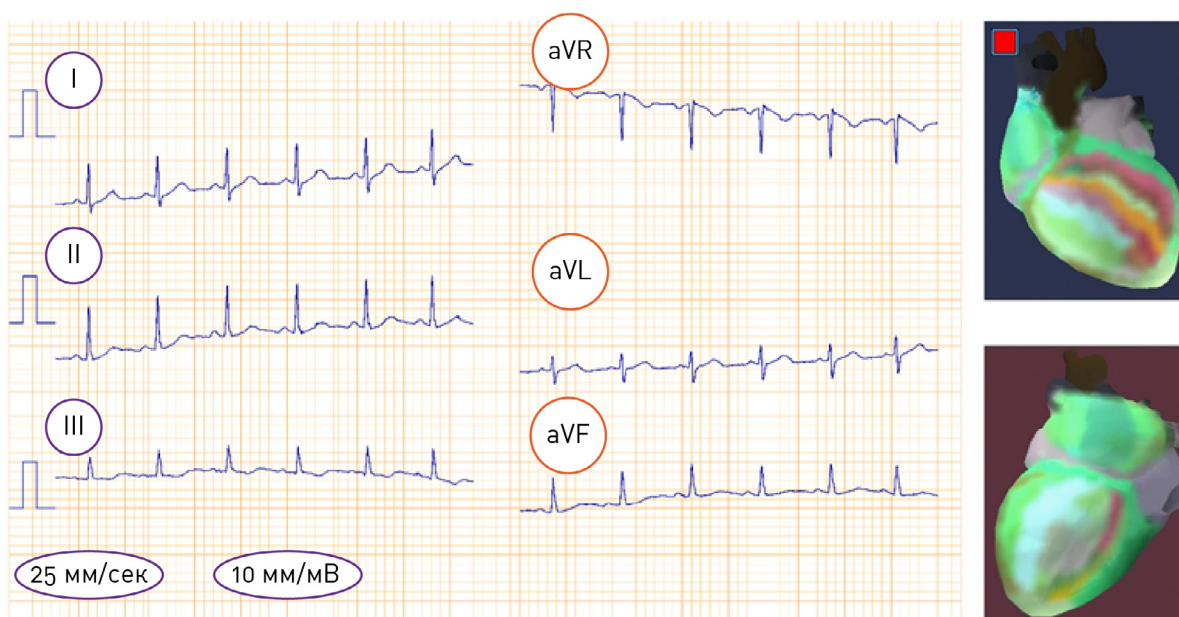


Рис. 2. «Портрет сердца» лошади (возраст 16 лет). У данной лошади наблюдаются умеренные изменения миокарда желудочков, а также умеренные изменения в процессе деполяризации предсердий. Умеренные отклонения в вариабельности ритма. Нормальное положение ЭОС. Небольшая асимметрия деполяризации левого желудочка. Возможны признаки перегрузки левого предсердия. Повышенная электрическая активность миокарда левого желудочка.

норме. Однако можно отметить, что прослеживается устойчивая тенденция нарастания признаков гипоксии и гипертрофии миокарда. Оценивая влияние тренировок на функциональное состояние миокарда, нельзя обращать внимание только на изменение средних показателей, ведь организм каждого животного индивидуален.

На рисунках 4 и 5 представлены «портреты

сердец» коров джерсейской голштинской пород. У крупного рогатого скота наблюдается умеренная гипоксия миокарда, изменение в процессе деполяризации предсердий и желудочков. Отмечаются перегрузка левого желудочка и признаки перенапряжения миокарда желудочков, что может быть связано с гипертрофией левого желудочка. Донозологическое состояние характеризу-

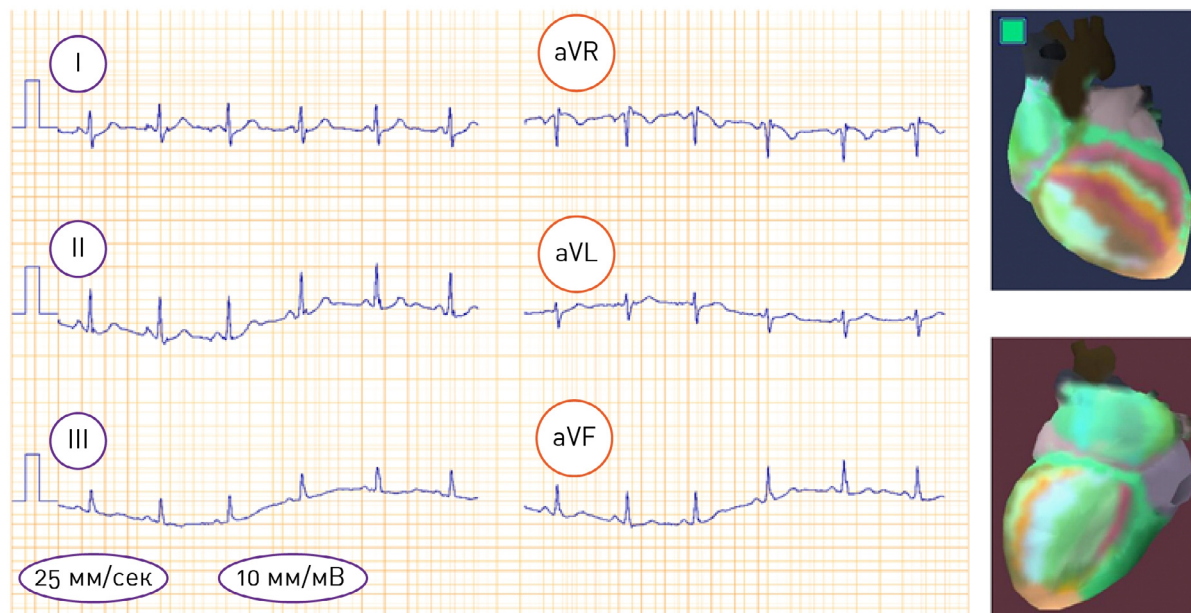


Рис. 3. «Портрет сердца» лошади (возраст 5 лет). Умеренные изменения процесса деполяризации предсердий. Умеренные изменения в процессе деполяризации желудочков. Выраженная тахикардия, умеренные отклонения от норм variability ритма. Нормальное положение ЭОС. Электрическая симметрия желудочков в норме.

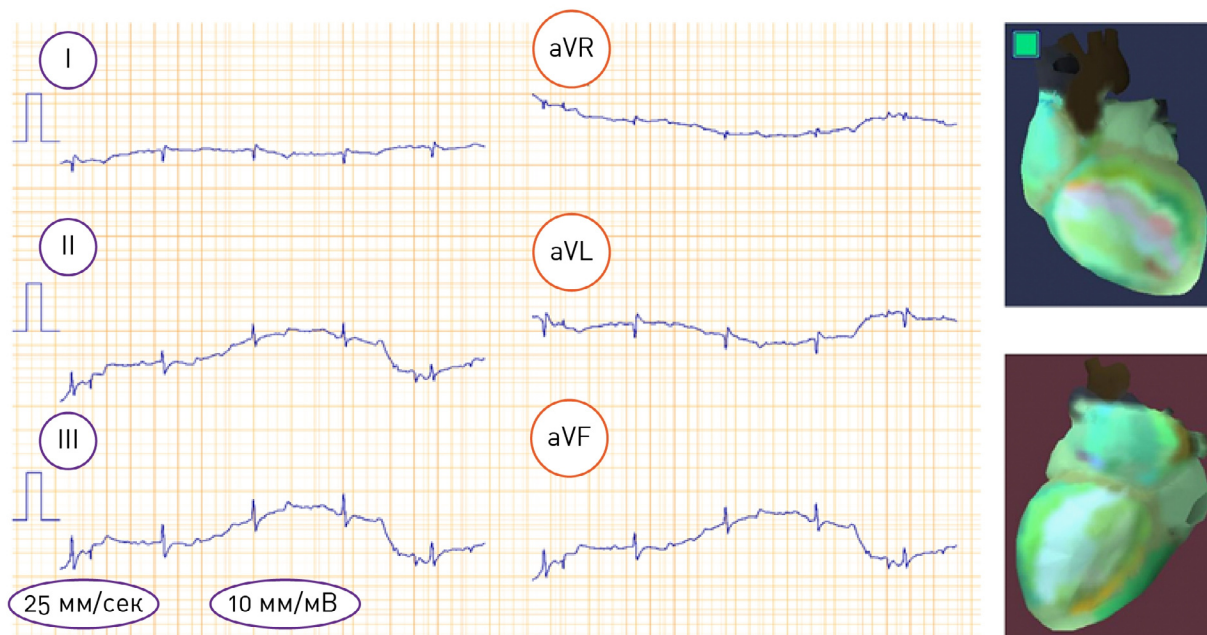


Рис. 4. «Портрет сердца» лошади (возраст 16 лет). Наблюдаются изменения в миокарде, которые могут быть обусловлены умеренной гипоксией. Изменения процесса деполяризации желудочков, также могут быть обусловлены гипоксией миокарда. Умеренные изменения в процессе деполяризации предсердий (увеличение интервала PQ). Нормальный синусовый ритм. Variability ритма в норме. Отклонение электрической оси сердца влево. Возможна перегрузка левого желудочка. Увеличение электрической активности предсердий. Имеется вероятность увеличения предсердий.

ется тем, что адаптационные возможности организма обеспечиваются более высоким напряжением регуляторных систем, ведущим к расходованию функциональных резервов организма, возрастанию энергоинформационного обеспечения взаимодействия физиологических систем организма в поддержании гомеостаза.

Заключение. Таким образом, в заключении необходимо отметить, что среди практически здоровых коров и спортивных лошадей с автономным типом вегетативной регуляции выявлены с различным уровнем изменений в функциональной деятельности миокарда, которые в ряде случаев можно оценивать как начальные стадии функциональных нарушений. Также можно отметить, что у некоторых обследуемых сельскохозяйственных животных отмечаются выраженные отклонения от физиологических диапазонов показателей вариабельности сердечного ритма. Отметим, что у некоторых животных значения дисперсионных характеристик, указывают на отклонения в процессах деполяризации и реполяризации миокарда. Необходимо динамика контроля их состояния здоровья, особенно если их жизнедеятельность протекает в экстремальных природно-климатических условиях.

Среди всех известных неинвазивных, простых в эксплуатации и доступных для широкой клинической практики методов контроля, по чувствительности к метаболическим изменениям в миокарде любого генеза метод дисперсионного картирования ЭКГ имеет наилучшие показатели. Данный метод даёт уникальную информацию,

которую другим методом в реальном времени получить невозможно, с помощью которого можно определить функциональные нарушения, которые являются предвестниками патологии.

Обычные методы зачастую не показывают патологические изменения миокарда на ранних стадиях процесса. Метод дисперсионного картирования ЭКГ отличается тем, что с его помощью возможно получение ранних предикторов электрической нестабильности миокарда, связанной с гипоксией или гипертрофией сердечной мышцы.

Можно отметить, что данный метод весьма перспективен как новое средство точного и оперативного извлечения ранней диагностической информации, как в условиях клиники, так и в доклинический период заболевания при профилактических скрининговых обследованиях.

Применение неинвазивного мониторинга микроальтернатив ЭКГ способствует выявлению ранних неблагоприятных изменений в деятельности сердца. В ветеринарной клинике возможности данного метода дисперсионного картирования ЭКГ можно отнести к возможности неинвазивного контроля метаболизма миокарда практически в реальном времени у животных. Инновационные технологии анализа ЭКГ-сигнала позволяющая регистрировать электрофизиологические процессы, которые являются интегральной составляющей временных изменений и метаболических процессов в миокарде.

Скрининг по выявлению патологии сердечно-сосудистой системы у животных позволит выделить группу, которым необходимо пройти допол-

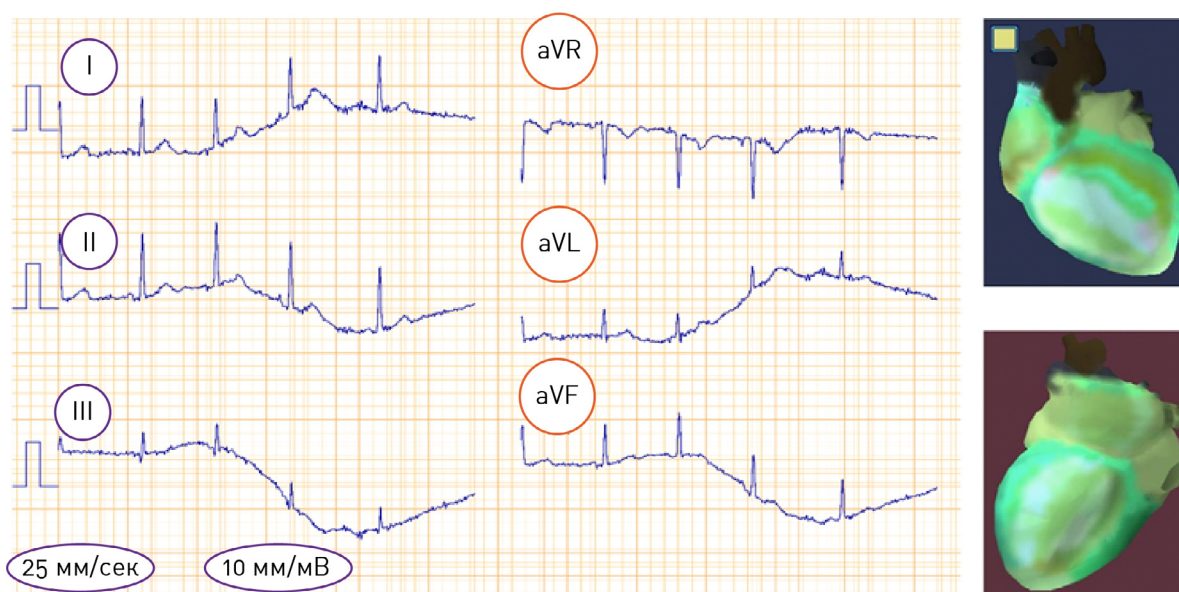


Рис. 5. У данного животного наблюдаются изменения миокарда желудочков. Пульс составляет 75. Нормальное положение электрической оси сердца. Можно отметить перегрузку левого желудочка. Наблюдаются признаки перенапряжения миокарда желудочков, что может быть связано с началом гипертрофии левого желудочка. Изменения в процессе деполяризации предсердий. Нормальный синусовый ритм.

нительные клинико-инструментальные обследования с целью верификации диагноза. На основании рассчитанных показателей диагностической чувствительности и диагностической специфичности определена возможность использования прибора «КардиоВизор» как первичного индикатора состояния сердца и напряжения регуляторных механизмов организма при проведе-

нии скрининговых исследований.

Отсутствие сведений и разработок по специальной профилактике нарушений здоровья животных, обуславливают необходимость разработки специфического скринингового подхода, позволяющего оценивать функциональное состояние организма и уровень его адаптационных возможностей.

Литература

1. Евстигнеева О. И. Влияние факторов риска на работу сердечной мышцы: наблюдение на кардиовизоре / О. И. Евстигнеева, И. А. Сафиулова, А. С. Белякова // Здоровье населения и среда обитания. — 2011. — № 4. — С. 34–37.
2. Иванов Г. Г. Метод дисперсионного картирования ЭКГ в клинической практике / Иванов Г. Г., Сулла А. С. Москва, 2008. — 42 с.
3. Иванов Г. Г., Сулла А. С. Дисперсионное ЭКГ — картирование: теоретические основы и клиническая практика. Техносфера. Москва. 2009. с.190.
4. Кузнецова С. Ю. Дисперсионное картирование в донозологической диагностике / С. Ю. Кузнецова, Е. Б. Ещерекоева, В. Е. Дворников, М. Р. Александрова и др. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Медицина. — 2011. — № 1. — С. 159–161.
5. Погonyшева В. А. Функциональное состояние сердца студентов, занимающихся спортом в условиях Севера / В. А. Погonyшева, Д. А. Погonyшев // Теория и практика физической культуры. — 2017. — № 6. — С. 99–101.
6. Садыков С. С. Автоматическая объективная оценка и выбор наиболее значимых параметров для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний / С. С. Садыков, И. С. Сафиулова, А. С. Белякова // Автоматизация и современные технологии. — 2012. — № 3. — С. 27–33.
7. Садыкова С. С. Анализ и исследование портретов сердца / С. С. Садыков, А. С. Белякова, Д. П. Гранченко, В. А. Комков // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. — 2012. — № 19. — С. 20–28.

Stepura E., Fedorov V.

Application of the method of dispersion mapping of ECG for assessment of functional indicators of cardiac activity in farm animals

Abstract.

Objective: to determine the characteristics of temporal variations in the dispersion mapping of ECG and HRV in cows and sport horses, as well as the early detection of possible pathological changes in cardiac activity.

Materials and methods. Cows and horses were studied in the work. The functional state of the heart of the studied animals was assessed with subsequent dispersion analysis using the CardioVisor-06s computer analyzer. The principle of operation of the device is based on the method of dispersion mapping of the electrocardiogram (ECG). The dispersion characteristics map in the CardioVisor-06S device is projected onto the surface of a computer three-dimensional anatomical model of the heart, the so-called "heart portrait" or quasi-epicardium.

Results. The following results were obtained as a result of the research:

– a set of features of heart portrait images was proposed, allowing a more detailed description of cardiac activity in cows and horses using the CardioVisor-06S PTC;

– a method for expanding the diagnostic capabilities of the CardioVisor-06S software and hardware complex by analyzing the features of heart portrait images and identifying their characteristic values for various cardiovascular diseases is proposed;

– the use of this method is aimed at increasing the objectivity of assessing the results of analyzing an expanded set of output data obtained as a result of analyzing heart portrait images, taking into account the values of dispersion characteristics.

Key words: horses; ruminants; dispersion mapping; cardiovascular system; diagnostics; "heart portrait".

Authors:

Stepura E. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: chimik89@mail.ru;

Fedorov V. — Dr Habil. (Biol. Sci.).

Arctic State Agrotechnological University; 677007, Russian Federation, Rep. Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe highway, no. 3.

References

1. Evstigneeva O. I. Influence of risk factors on cardiac muscle function: observation on a cardiograph / O. I. Evstigneeva, I. A. Safiulova, A. S. Belyakova // Population health and habitat. — 2011. — № 4. — P. 34–37.
2. Ivanov G. G. Method of dispersion mapping of ECG in clinical practice / Ivanov G. G., Sulla A. S. Moscow, 2008. — 42 p.
3. Ivanov G. G., Sulla A. S. Dispersion ECG mapping: theoretical foundations and clinical practice. Technosphere. Moscow. 2009. p. 190.
4. Kuznetsova S. Yu. Dispersion mapping in pre-clinical diagnostics / S. Yu. Kuznetsova, E. B. Eshereko-eva, V. E. Dvornikov, M. R. Aleksandrova, et al. // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series Medicine. — 2011. — № 1. — P. 159–161.
5. Pogonysheva V. A. Functional state of the heart of students involved in sports in the North / V. A. Pogony-sheva, D. A. Pogonyshv // Theory and practice of physical education. — 2017. — № 6. — P. 99–101.
6. Sadykov S. S. Automatic objective assessment and selection of the most significant parameters for diag-nostics of cardiovascular diseases / S. S. Sadykov, I. S. Safiulova, A. S. Belyakova // Automation and modern technologies. — 2012. — № 3. — P. 27–33.
7. Sadykova S. S. Analysis and study of heart portraits / S. S. Sadykov, A. S. Belyakova, D. P. Granchenko, V. A. Komkov // Algorithms, methods and systems for data processing. — 2012. — № 19. — P. 20–28.