

ЭКСТРАПОЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЕТОНОВЫХ ТЕЛ В КРОВИ

EXTRAPOLATION METHOD OF KETONE BODIES IN BLOOD

Ключевые слова: ветеринария, обмен веществ, ацетонемия, кетоз, крупно-рогатый скот, обмен веществ, диагностика, нейросеть, сыворотка, кровь.

Одним из патогномичных признаков кетоза сельскохозяйственных животных является увеличение уровня кетоновых тел в крови (ацетонемия). Существует большое количество методик определения кетоновых тел в крови, в т.ч. с использованием сложной и дорогостоящей аппаратуры, использование которой бывает не всегда возможным в производственных условиях. Цель работы – разработка нового метода экспресс-диагностики уровня кетоновых тел в крови. Исследования проводились на коровах-аналогах в зимне-весенний период. При биохимическом исследовании в крови учитывали кетоновые тела и их фракции, бета-оксимасляную кислоту, ацетон и ацетоуксусную кислоту, неорганический фосфор, общий кальций, общий белок, глюкозу и щелочной резерв. В ходе статистического анализа было установлено, что глюкоза крови и щелочной резерв сыворотки крови сохраняют высокую степень взаимосвязи между собой и общими кетоновыми телами как у клинически здоровых, так и у больных субклинических кетозом коров, относительно проанализированных биохимических показателей. На основании выявленных закономерностей был предложен метод вычисления уровня кетоновых тел в крови с использованием метода нейросетевого анализа. В результате была получена программа для ЭВМ, позволяющая рассчитывать концентрацию кетоновых тел в крови коров по заранее известным значениям глюкозы крови и щелочной резерв сыво-

ротки крови со средней ошибкой $\pm 11,2\%$ от вычисленной величины.

Keywords: veterinary medicine, metabolism, oxonemia, ketosis, cattle, metabolism, diagnosis, neuronal network, serum, blood.

One of the pathognomonic signs of ketosis in farm animals is an increased level of ketone bodies in the blood (acetonemia). There are many methods to determine ketone bodies in the blood including those using a complex and expensive equipment the use of which is not always practical in a production environment. The research goal was to develop a new technique of instant diagnosis of ketone bodies level in the blood. The studies involved comparable cows through the winter-spring period. The blood biochemical study took into account ketone bodies and their fractions, beta-hydroxybutyric acid, acetone and acetoacetic acid, inorganic phosphorus, total calcium, total protein, glucose and alkaline reserve. The statistical analysis of the studied biochemical indices revealed that the blood glucose and serum alkaline reserve retained a high degree of correlation between each other and total ketone bodies both in clinically healthy cows and in the cows with subclinical ketosis. Based on the revealed regular patterns, a technique of calculating the level of ketone bodies in blood using the neural network analysis was proposed. As a result, a computer program has been developed; the program enables to calculate the values of ketone bodies concentration in the blood of cows using the known values of blood glucose and blood serum alkaline reserve with an average error of $\pm 11.2\%$ of the calculated value.

Требухов Алексей Владимирович, к.в.н., доцент, каф. терапии и фармакологии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ivm-gau@mail.ru.

Trebukhov Aleksey Vladimirovich, Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Therapy and Pharmacology, Altai State Agricultural University. E-mail: ivm-gau@mail.ru.

Своевременная диагностика заболеваний во многом определяет эффективность лечебно-профилактических мероприятий и, как следствие, предотвращенный экономический ущерб. Одним из патогномичных признаков кетоза сельскохозяйственных животных является увеличение уровня кетоновых тел в крови (ацетонемия) [1]. В настоящий момент существует достаточно большое количество методик определения содержания кетоновых тел в крови. При этом использование указанных методик подразумевает наличие специального оборудования и химических реактивов, необходимых для проведения данных исследований [2, 3], что бывает не всегда возможным в производственных условиях.

Вместе с тем наиболее распространенным методом определения кетоновых тел в крови в большинстве ветеринарных лабораторий Алтайского края является определение уровня кетоновых тел качественным методом с нитропруссидом натрия (проба Лестраде), реагирующего при концентрации ацетона в крови $1,72$ ммоль/л, входящего в состав только одной из фракций кетоновых тел, что приблизительно соответствует содержанию в крови общих кетоновых тел $3,44$ ммоль/л и выше. При этом у здоровых коров их уровень в крови обычно не превышает $1,033$ ммоль/л [4, 3]. Таким образом, применение указанной качественной пробы для определения концентрации кетоновых тел при

субклиническом течении кетоза не всегда позволяет своевременно диагностировать данное заболевание.

В связи этим **целью** работы явилось разработка нового метода экспресс-диагностики уровня кетоновых тел в крови.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в ОАО учхозе «Пригородное» ФГБОУ ВО АГАУ г. Барнаула в зимне-весенний период на коровах-аналогах черно-пестрой породы в возрасте 5-6 лет. Данных животных подвергли клиническому и биохимическому исследованию. При биохимическом исследовании в крови учитывали общие кетоновые тела (ОКТ), бета-оксимасляную кислоту, ацетон и ацетоуксусную кислоту, неорганический фосфор, общий кальций, общий белок, глюкозу и щелочной резерв. Клиническое исследование проводили по общепринятым методикам. Были сформированы 2 группы коров: опытная – больные кетозом и контрольная – клинически здоровые. Формирование групп проводили по результатам пробы Лестраде на наличие кетоновых тел в сыворотке крови по мере поступления животных, что подтверждалось лабораторными исследованиями уровня кетоновых тел. Лабораторные исследования крови осуществлялись в Алтайской краевой ветеринарной лаборатории, клинической лаборатории кафедры терапии и фармакологии ФВМ АГАУ.

Результаты и их обсуждения

При многогранном статистическом анализе взаимосвязей биохимических показателей между собой в опытной и контрольной группе, в период максимального уровня кетоновых тел, а также анализе литературных данных, нами были выявлены определенные закономерности между рядом различных биохимических показателей клинически здоровых и больных кетозом коров. Выявив параметры с наиболее высокой коррелятивной связью, было проведено ранжирование данных показателей между собой. Наиболее информативным оказалось ранжирование показателей по уровню ОКТ.

В результате ранжирования выявили несколько параметров, которые в большинстве случаев сохраняют закономерности взаимосвязи между собой и ОКТ как у клинически здоровых, так и у больных субклиническим кетозом животных – глюкоза крови и щелочной резерв сыворотки крови. Функциональная зависимость данных показателей опытной группы схематично представлена на рисунке.

Из рисунка видно, что концентрация глюкозы крови и уровень щелочного резерва сыворотки крови находятся в обратной зави-

симости от содержания в крови ОКТ и в прямой зависимости друг от друга.

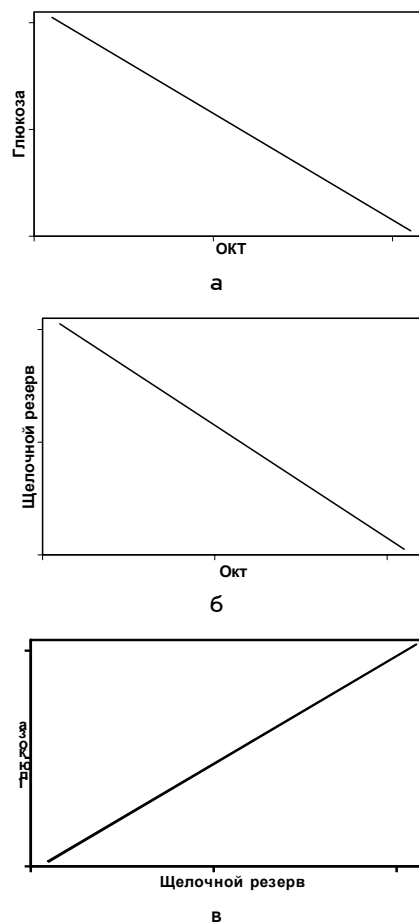


Рис. Схематичная зависимость некоторых биохимических показателей опытной группы:
а – зависимость уровня глюкозы крови от ОКТ; б – зависимость уровня щелочного резерва сыворотки крови от ОКТ;
в – зависимость уровня глюкозы крови от щелочного резерва сыворотки крови

Аналогичную взаимосвязь изменений уровня глюкозы крови, щелочного резерва сыворотки крови и концентрации кетоновых тел в крови больных кетозом коров в своих работах отмечали и другие авторы, наблюдавшие снижения уровня глюкозы крови и щелочного резерва при одновременном увеличении в крови концентрации кетоновых тел, и наоборот [5-7].

На основании выявленных закономерностей нами был предложен метод экстраполяционного вычисления кетоновых тел с использованием названных показателей.

С целью автоматизации алгоритма математического расчета кетоновых тел на основании выявленных закономерностей было предложено применение алгоритма нейросетевого анализа программы Neural Net Wizard 1.7.

В основе ее математического алгоритма лежит многослойный перцептрон – математическая модель, специально созданная для компьютерной обработки данных, представляющей определенный набор формул и особую взаимосвязь между ними, называемую архитектурой. Особенность архитектуры многослойного перцептрона заключается в возможности программного «разбиения» исходного компьютера на несколько (до бесконечности) взаимосвязанных между собой, посредством определенных коэффициентов (весов системы), а также способностью «обучаться» посредством тренировочной выборки, содержащей исходные и конечные данные. Таким образом, производительность одной вычислительной машины возрастает прямо пропорционально количеству «разбиений», образующих своеобразную компьютерную сеть.

Процесс тренировки данной системы осуществляется методом обратного распространения ошибки, заключающегося в наборе математических формул, позволяющих по разности между желаемым и реальным ответом сети вычислить требуемые поправки (коэффициенты) для корректировки весов системы. Другими словами, обучающий алгоритм позволяет вычислить набор коэффициентов между виртуальными компьютерами, обеспечивающий правильное решение задачи.

Применив алгоритм многослойного перцептрона для расчета концентрации кетоновых тел, была получена расчетная программа (Нейросетевой Экспресс-тест v. 1.3.), вычисляющая кетоновые тела по двум биохимическим показателям (глюкозе и щелочному резерву) со средней ошибкой в тренировочной выборке $\pm 8,61\%$ от вычисленного значения.

Для выяснения правильности осуществляемых расчетов обученной НЭТ v. 1.3. было произведено контрольное вычисление кетоновых тел тестовой выборки по известным параметрам – глюкозы крови и щелочного резерва ее сыворотки, на которых не проводилось обучение нейросети.

В результате было установлено, что программа НЭТ v. 1.3. позволяет вычислять общие кетоновые тела со средней ошибкой $\pm 11,2\%$ от вычисленной величины по известным значениям уровня глюкозы крови и щелочного резерва сыворотки крови, позволяя, таким образом, прогнозировать состояние и направления кетогенеза в организме животного. Следует отметить, что степень достоверности расчета кетоновых тел ограничивается диапазоном обучающей выборки и зависит прямо пропорционально качеству и правильности определения исходных параметров. В нашем случае обучающая выборка составляла 62 случая заболевания. Поэтому увеличение размеров обучающей выборки будет

способствовать повышению степени достоверности расчетного показателя.

На основании проведенной работы была зарегистрирована программа для ЭВМ (НЭТ v. 1.3) в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, свидетельство № 2005612065.

Выводы

1. Наиболее высокая и устойчивая коррелятивная связь у клинически здоровых и больных субклиническим кетозом животных установлена между общими кетоновыми телами, глюкозой крови и щелочным резервом сыворотки крови.

2. Программа Нейросетевой Экспресс-тест v. 1.3. позволяет вычислять общие кетоновые тела со средней ошибкой $\pm 11,2\%$ от вычисленной величины по известным значениям уровня глюкозы крови и щелочного резерва сыворотки крови.

Биографический список

1. Enjalbert F., Nicot M.C., Bayourthe C., Moncoulon R. Keton bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis // J. Dairy Sci. – 2001. – Vol. 84 (3). – P. 583-589.

2. Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.Н. Методы ветеринарной клинической диагностики: справочник. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.

3. Антонов Б.И., Яковлева Т.Ф., Дерябина В.И. и др. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микологические: справочник / под ред. Б.И. Антонова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.

4. Кудрявцев А.А., Лысенко О.Г. Рекомендации по предупреждению и лечению кетозов молочных коров. – М., 1971. – 36 с.

5. Бырка В.И. Клинические значения некоторых показателей обмена веществ и методов их определения при субклиническом кетозе коров: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Харьков, 1972. – 23 с.

6. Кочнев Н.Н. Наследственная обусловленность устойчивости к кетозам чернопестрого скота Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Новосибирск: НГАУ, 1993. – 19 с.

7. Эленшлегер А.А., Требухов А.В., Казакова О.Г. Особенности кетогенеза у больных субклиническим кетозом коров до и после отела // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 10 (132). – С. 75-78.

References

1. Enjalbert F., Nicot M.C., Bayourthe C., Moncoulon R. Keton bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentra-

tions and utilization for detection of subclinical ketosis // J. Dairy Sci. – 2001. – Vol. 84 (3). – P. 583-589.

2. Kondrakhin I.P., Arkhipov A.V., Levchenko V.N. Metody veterinarnoi klinicheskoi diagnostiki: spravochnik. – M.: KolosS, 2004. – 520 s.

3. Antonov B.I., Yakovleva T.F., Deryabina V.I. i dr. Laboratornye issledovaniya v veterinarii: biokhimicheskie i mikologicheskie: spravochnik; pod red. B.I. Antonova. – M.: Agropromizdat, 1991. – 287 s.

4. Kudryavtsev A.A., Lysenko O.G. Rekomendatsii po preduprezhdeniyu i lecheniyu ketozov molochnykh korov. – M., 1971. – 36 s.

5. Byrka V.I. Klinicheskie znacheniya nekotorykh pokazatelei obmena veshchestv i metodov ikh opredeleniya pri subklinicheskom ketoze korov: avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. – Khar'kov, 1972. – 23 s.

6. Kochnev N.N. Nasledstvennaya obuslovlennost' ustoychivosti k ketozam cherno-pestrogo skota Zapadnoi Sibiri: avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. – Novosibirsk: NGAU, 1993. – 19 s.

7. Elenshleger A.A., Trebukhov A.V., Kazakova O.G. Osobennosti ketogeneza u bol'nykh subklinicheskim ketozam korov do i posle otela // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 10 (132). – S. 75-78.



УДК 619:636.2

Н.А. Малыгина
N.A. Malygina

ЛЕЧЕНИЕ ОСТРОГО ПОСЛЕРОДОВОГО ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ

TREATMENT OF ACUTE POSTPARTUM ENDOMETRITIS IN COWS

Ключевые слова: лечение, острый послеродовой эндометрит, ректальное исследование, вагинальное исследование, сервис-период, продуктивность, схема лечения, профилактические мероприятия.

При заболевании коров эндометритами тормозятся рост поголовья и его продуктивность. Сервис-период удлиняется, не происходит своевременного осеменения, что является экономически невыгодным для хозяйства. Проблема управления процессами размножения, повышения плодовитости и профилактики бесплодия маточного поголовья приобретает особую актуальность и должна решаться комплексно. Экспериментальная часть работы проводилась в КФХ Чурилова Ю.И. Для этого было подобраны 3 группы животных по принципу аналогов, в зависимости от возраста, продуктивности: две опытных и одна контрольная. В каждую группу входило по 10 коров. У всех животных отмечалась острая послеродовая форма эндометрита. Животные первой контрольной группы лечились по схеме лечения, часто применяемой в данном хозяйстве. В нее вошли следующие препараты: фуразолидоновые палочки, «Бициллин-3», «Синэстрол», «Окситоцин». Во второй опытной группе использовали схему лечения по Н.И. Полянцеву. В нее вошли следующие препараты: «Эстрофан», «Гинобиотик», новокаиновая блокада, «Тривит». В третьей опытной группе применяли схему лечения, усовершенствованную нами в условиях данного хозяйства. В нее вошли следующие препараты: «Йодопен», «Утеротон», раствор боровой матки и ромашки, «Тривит». Схема лечения в третьей опытной группе оказалась более эффективна, о чем свидетельствуют полученные нами данные: лечение составило 7

дней с более динамическим течением процесса. После данного лечения молоко можно использовать животным сразу, после кипячения, людям употреблять в пищу через 24 ч. после последнего введения суппозитории йодопена. Схема проста в использовании. Лечение начинали сразу после появления первых клинических признаков, не дожидаясь результатов посева, так как препараты, использованные нами, действовали комплексно. Использование данной схемы лечения экономически выгодно для данного хозяйства.

Keywords: treatment, acute postpartum endometritis, rectal examination, vaginal examination, service period, productivity, treatment scheme, preventive measures.

The cases of endometritis in cows slow down the growth of livestock population and its productivity. The service period extends, the insemination does not take place in time, and that is economically unprofitable for a farm. The problem of managing the reproduction, increasing fertility and preventing infertility of the breeding stock is of special relevance and should be solved in an integrated manner. The experimental research was conducted on the Peasant Farm Enterprise of Yu. I. Churilov (KFKh Churilova Yu.I.). Three groups of comparable cows were selected depending on the age and productivity: two trial groups and one control group. Each group included 10 cows. All cows had an acute postpartum endometritis. The cows of the control group were treated according to the treatment scheme frequently used on that farm. The treatment included the following: furazolidone, bicillin-3, synoestrol and oxytocin. The treatment scheme by N.I. Polyantsev was used in the second (trial) group. It