

**Афанасьев Константин Александрович**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ (АДАПТАЦИОННАЯ) И ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ  
ОСТЕОМАЛЯЦИЯ У СТЕЛЬНЫХ КОРОВ**

06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и  
морфология животных

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

Барнаул – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет».

Научный руководитель: **Эленшлегер Андрей Андреевич**  
доктор ветеринарных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Мангатова Наталья Викторовна**  
доктор ветеринарных наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Бурятская государственная  
сельскохозяйственная академия  
им. В.Р. Филиппова», профессор кафедры  
терапии, клинической диагностики,  
акушерства и биотехнологии

**Скорых Екатерина Олеговна**  
кандидат ветеринарных наук,  
ООО «Био-Люкс», заместитель директора

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Саратовский государственный  
аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Защита диссертации состоится 30 ноября 2018 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.002.02, созданного на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» по адресу: 656049, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел./факс 8(3852) 20-33-69.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» и на сайте <http://asau.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Фёдорова Галина Анатольевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В развитии сельского хозяйства России важным направлением отрасли животноводства является повышение производства высококачественной и экологически чистой продукции, в том числе молочной, получение которой возможно только от клинически здоровых животных. Молоко и молочная продукция остаются наиболее доступными для населения страны, поэтому улучшение их качества является актуальной задачей аграрного сектора.

Немаловажную роль в решении данной задачи играет увеличение поголовья, повышение продуктивности животных, ликвидация болезней.

Как известно, у высокопродуктивных молочных коров обменные процессы в организме протекают более интенсивно, их дисбаланс часто приводит к развитию заболеваний. Среди болезней обмена веществ особое место занимают заболевания, протекающие с преимущественным нарушением минерального обмена. Нарушение минерального обмена веществ у коров с высокой молочной продуктивностью часто проявляется остеодистрофией.

Проблема остеодистрофии у животных остаётся острой в современном животноводстве многих стран (Уразаев Н.А., 1990; Гайдуков А.В., 1996; Ковалёв С.П., 2005; Порфирьева И., 2008; Мантатова Н.В., 2015).

Широкое распространение остеодистрофия крупного рогатого скота наносит существенный экономический ущерб животноводству за счет снижения упитанности и молочной продуктивности животных, нарушения репродуктивной функции, рождения нездорового молодняка, вынужденного убоя и гибели животных (Стариков Н.И., 1994; Кондрахин И.П., 1999; Андреев Г.М., 2004; Середин В.А., 2006; Шкуратова И.А., 2010).

Таким образом, изучение этиологии, патогенеза, диагностики, лечения и профилактики остеодистрофии у высокопродуктивных молочных коров является актуальной задачей ветеринарной науки. Ее решение окажет существенное влияние на продуктивность и сохранность животных, а также качество производимой животноводческой продукции, главным образом молочной (Линкунайтите Н.В., 1985; Энциклопедия ..., 1997; Кравайнис Ю.Я., 2016).

**Степень разработанности темы.** Изучением нарушения минерального обмена у крупного рогатого скота занимались ряд ученых: И.Г. Шарабрин (1954); В.Г. Гавриш (1973); С.В. Абдулхамидова (1980); И.П. Кондрахин (1980); В.У. Давыдов (1983); О.Ф. Петренко (1988); Б.В. Борисевич (1996); А.А. Эленшлегер (1998); Г.Г. Щербаков (2002); И.П. Кондрахин (2005); А.А. Кабыш (2007); А.М. Гертман (2014); Н.В. Мантатова (2017) и многие другие.

**Цель и задачи.** Целью работы явилось изучение критериев оценки физиологической (адаптационной) и патологической остеомалации у стельных коров.

Для реализации намеченной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить причины патологической остеомалации у стельных коров.
2. Изучить клинический статус, морфологический и биохимический статусы крови у стельных коров при нарушении минерального обмена.

3. Определить критерии-тесты физиологической (адаптационной) и патологической остеопороза у стельных коров.

**Научная новизна.** Показана взаимосвязь между степенью нарушения минерального обмена у коров и сроком стельности, возрастом животного, уровнем молочной продуктивности, а также титруемой кислотностью молока.

Предложен способ оценки степени деминерализации костяка у крупного рогатого скота, заключающийся в условном расположении костей, исследуемых при определении специфических признаков нарушения минерального обмена, в том числе костей вторичного опорного значения, в логической последовательности по преимуществу их деминерализации: хвостовые позвонки > ребра > остистые отростки позвонков > зубы > поперечно-реберные отростки поясничных позвонков > кости лицевой части черепа > роговые отростки лобной кости.

Изучены особенности клинического статуса, морфологического и биохимического статусов крови у стельных коров при нарушении минерального обмена.

Установлены критерии-тесты физиологической (адаптационной) и патологической остеопороза у стельных коров.

Изучена интенсивность уровня обмена общего кальция, неорганического фосфора, марганца, кобальта, меди, цинка, каротина, витамина А у больных остеодистрофией и условно-клинически здоровых коров до и после отела.

Разработано устройство для экспресс-диагностики степени деминерализации костей вторичного опорного значения у крупного рогатого скота, в частности поперечно-реберных отростков поясничных позвонков. Предложен способ диагностики степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота, с помощью разработанного устройства.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** По результатам аналитических и экспериментальных научных исследований подготовлены рационализаторские предложения: «Устройство для определения степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота» (рацпредложение № 341), «Способ диагностики степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота» (рацпредложение № 342), «Способ оценки степени деминерализации костяка у крупного рогатого скота» (рацпредложение № 344), «Способ клинической оценки состояния минерального обмена у стельных коров» (рацпредложение № 346), «Метод диагностики физиологической (адаптационной) и патологической остеопороза у стельных коров» (рацпредложение № 345). Получен патент на полезную модель № 169832 «Устройство для определения степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота».

По материалам диссертации разработаны и опубликованы методические рекомендации на тему «Методика оценки состояния минерального обмена у стельных коров». Результаты исследований внедрены в производственную деятельность АО «Учхоз «Пригородное» г. Барнаула, используются в учебном процессе и научной работе ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ», ФГБОУ ВО «Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского», ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная

академия им. В.Р. Филиппова», ФГБОУ ВПО «Омский ГАУ им. П.А. Столыпина».

**Методология и методы исследования.** Научно-экспериментальные исследования проводились в АО «Учхоз «Пригородное» с сентября 2016 г. по март 2017 г. на коровах черно-пестрой породы.

Для оценки клинического статуса и состояния минерального обмена у коров в АО «Учхоз «Пригородное» было проведено диагностическое исследование всех дойных (292-е коровы) и сухостойных (49 коров) животных, при котором учитывали общее состояние, температуру тела, частоту пульса и дыхания, количество сокращений рубца общепринятыми методами по схеме диспансеризации (Шарабрин И.Г., 1986), а также специфические и неспецифические признаки нарушения минерального обмена с использованием инструментальных методов диагностики (Эленшлегер А.А., 1999).

Температуру тела у животных измеряли ректальным электронным термометром VET-1R.

Инструментальную диагностику проводили с помощью следующих устройств (Эленшлегер А.А., 1998):

- 1) Устройство для определения угла наклона хвоста.
- 2) Устройство для определения степени деминерализации хвостовых позвонков у крупного рогатого скота по величине торсионного смещения.
- 3) Устройство для определения подвижности рогового чехла у крупного рогатого скота, предназначенное для измерения его подвижности (градус) вокруг оси.

С помощью разработанного нами устройства и способа (рацпредложения № 341, № 342, патент на полезную модель № 169832) определяли состояние поперечно-реберных отростков поясничных позвонков.

Всего было исследовано 341-о животное, в том числе 292-е дойных и 49 сухостойных коров.

Для оценки уровня кормления, как основного фактора нарушения обмена веществ, в том числе и минерального обмена, нами была изучена питательная ценность кормов зимнего и летнего рационов дойных и сухостойных коров в АО «Учхоз «Пригородное», а также проведен анализ зимнего и летнего рационов в сравнении с детализированными нормами кормления РАСХН (Калашников А.П., 2003).

Для изучения состояния и динамики уровня минерального обмена у стельных коров, по результатам клинического исследования, из 292-ух дойных коров нами были отобраны две группы (контрольная и опытная) коров-аналогов с живой массой 580-600 кг, в возрасте 4-5 лет, стельностью 5-6 месяцев по 10 животных в каждой. При формировании групп у животных учитывали температуру тела, частоту пульса, частоту дыхания, количество сокращений рубца (руминацию), 13 неспецифических и 25 специфических признаков остеодистрофии с использованием инструментальных методов диагностики (Эленшлегер А.А., 1999). В опытную группу входили больные остеодистрофией коровы с сильной степенью

деминерализации костной ткани, в контрольную - условно-клинически здоровые, со слабовыраженными признаками нарушения минерального обмена.

В период экспериментальных исследований у коров опытной и контрольной групп трехкратно определяли клинический статус, морфологический и биохимический статусы крови, а также физические и химические свойства мочи: за 1 месяц до отела, за 10 дней до отела и через 2 месяца после отела.

При определении клинического статуса условно-клинически здоровых, со слабовыраженными признаками нарушения минерального обмена коров контрольной группы и коров с сильной степенью деминерализации костной ткани опытной группы учитывали общее состояние, температуру тела, частоту пульса и дыхания, количество сокращений рубца общепринятыми методами по схеме диспансеризации (Шарабрин И.Г., 1986), а также специфические и неспецифические признаки нарушения минерального обмена с использованием инструментальных методов диагностики (Эленшлегер А.А., 1999), в том числе разработанных нами.

Кровь у коров для морфологических и биохимических исследований брали из подхвостовой вены в вакуумные пробирки, мочу - при самопроизвольном мочеиспускании в стаканчики для анализов. Кровь и мочу у коров брали в утренние часы до кормления.

Морфологические исследования крови коров включали определение количества эритроцитов, лейкоцитов, скорости оседания эритроцитов (СОЭ), уровня гемоглобина, гематокритного числа и лейкограммы; биохимические – определение общего белка, общего кальция, неорганического фосфора, кетоновых тел, витамина А, каротина, щелочного резерва, марганца, кобальта, меди, цинка в сыворотке крови, глюкозы в крови. Для морфологического исследования, а также для определения содержания глюкозы в крови, кровь брали в вакуумные пробирки марки «EDTA K3» с антикоагулянтом, для биохимического исследования - в вакуумные пробирки марки «Verno» с активатором свертывания.

Морфологические исследования крови проводили в клинической лаборатории кафедры терапии и фармакологии ФВМ ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ».

Биохимические исследования крови и сыворотки крови проводили в «Алтайском краевом ветеринарном центре по предупреждению и диагностике болезней животных».

Оценку интенсивности метаболизма минеральных веществ и витаминов в организме коров контрольной и опытной групп определяли по методике А.А. Эленшлегера и О.В. Танковой (Эленшлегер А.А., 2011).

При определении физических свойств мочи животных учитывали: цвет, прозрачность, консистенцию, запах мочи. Химическое исследование мочи проводили с использованием диагностических тест полосок ФАН<sup>®</sup>, предназначенных для полуколичественного анализа мочи.

Химическое исследование мочи включало определение рН мочи, содержание белка, сахара, кетоновых тел в моче. Исследования мочи проводили в клинической лаборатории кафедры терапии и фармакологии ФВМ ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ».

Для изучения взаимосвязи между степенью нарушения минерального обмена у коров и одним из стандартных показателей пригодности молока в пищу и выработки пищевых продуктов – титруемой кислотностью (ГОСТ 31450-2013, 2014), нами, на основании клинических признаков, которые мы учитывали при формировании контрольной и опытной групп животных, была отобрана еще одна группа, в которую входили 10 дойных коровы со средней степенью деминерализации костной ткани. У условно-клинически здоровых, со слабовыраженными признаками нарушения минерального обмена коров контрольной группы и коров с сильной и средней степенью деминерализации костной ткани опытных групп в молоке однократно определяли титруемую кислотность в период не ранее 1-го месяца после отела и не позднее 1-го месяца до запуска. При этом учитывали, чтобы у коров во время исследования не наблюдались заболевания вымени и желудочно-кишечного тракта, при которых главным образом отмечаются отклонения кислотности молока.

При определении титруемой кислотности молока у коров мы сперва в свежесцеженном молоке определяли активную кислотность с использованием рН-метра НМ Digital HydroTester PH-80, затем при помощи усредненной таблицы соотношения активной и титруемой кислотности, определяли титруемую кислотность молока.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Office Excel. Обработка полученного материала осуществлялась методом вариационной статистики по Стьюденту. В работе все данные представлены в виде среднего арифметического ( $M$ ), ошибки среднего ( $\pm m$ ).

Различия между полученными величинами определяли с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. За физиологическую величину брали данные, полученные И.П. Кондрахиным (Кондрахин И.П., 2004).

#### **Положения выносимые на защиту.**

1. Причины патологической остеопении у стельных коров.
2. Клинический статус, морфологический и биохимический статусы крови у стельных коров при нарушении минерального обмена.
3. Критерии оценки и критерии-тесты физиологической (адаптационной) и патологической остеопении у стельных коров.
4. Устройство для определения степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Основные положения и результаты исследований доложены на XVIII городской научно-практической конференции молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ - БАРНАУЛУ» ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» (17 ноября 2016 года), на XII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука - сельскому хозяйству» ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» (7 февраля 2017 года), на Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, д.в.н., профессора Кабыша А.А. ИВМ ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Троицк (19 мая 2017

года), на XIII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству», посвящённой 75-летию юбилею Алтайского ГАУ, ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» (15-16 февраля 2018 г.), в отчетах НИР кафедры терапии и фармакологии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» 2015, 2016 и 2017 годах.

По материалам диссертации опубликовано 11 научных статей, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 патент на полезную модель.

Работа изложена на 167 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, заключения, списка литературы, списка иллюстрированного материала и приложения. Работа содержит 14 таблиц и 32 рисунка. Список использованной литературы включает 199 источников, из них 19 - иностранных авторов.

## **2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **2.1 Этиология нарушения минерального обмена у дойных и сухостойных коров в АО «Учхоз «Пригородное»**

В ходе анализа летнего и зимнего рационов дойных и сухостойных коров было установлено, что уровень переваримого протеина в расчёте на энергетическую кормовую единицу ниже физиологической потребности на 4 % в летний период и на 16 % в зимний период. Содержание клетчатки в сухом веществе не превышает 24 %, что соответствует норме.

Концентрация энергетических кормовых единиц в 1 кг сухого вещества в зимнем рационе составила 1,02, в летнем – 1,0 что соответствовало зоотехнической норме РАСХН (Калашников А.П., 2003) (норма 0,88-1). В норме сухого вещества на 100 кг живой массы необходимо не менее 3,1 кг, в рационах исследуемых животных данный показатель составил 3,5 и 3,3 в зимнем и летнем рационе соответственно. Содержание сырого протеина в сухом веществе в зимнем рационе составило 11,7 %, в летнем – 13,6 % (при норме 12-13%).

Анализ соотношений между элементами питания указывает на снижение количества переваримого протеина на 1 кг сухого вещества в зимнем рационе дойных коров на 9,2 %, что связано с повышенным содержанием сухого вещества в рационе.

В анализируемых рационах отношение расщепляемого протеина к сырому составляет 0,7 (при норме не менее 0,65), т.е. 70 % от сырого протеина, а нерасщепляемого протеина к сырому - 0,3 (при норме 0,35).

Содержание крахмала в зимнем рационе снижено на 35%, летнем – на 53,1%, а сахаров – повышено на 38,7% и 37% в зимнем и летнем рационе соответственно. Сахаропротеиновое отношение в зимнем рационе составило 1,22, в летнем – 1,1 (норма 0,8-1,2). Сумма крахмала и сахаров по отношению к переваримому протеину в зимнем рационе равна 2,08, в летнем - 1,66 (при норме 2,2).

Соотношение кальция к фосфору и натрия к калию в рационах животных соответствует норме. Кислотно-щелочное отношение золы в зимнем и летнем рационе составляет 0,54 и 0,53 соответственно, при норме 0,8-1. В зимний период

отмечен избыток калия на 85 %, в летний - на 143 %, и магния соответственно - на 75 % и 22 %.

В рационе кормления коров в зимний период наблюдается недостаток микроэлементов: меди – на 7,6%, кобальта – на 21,7%, цинка – на 19%, марганца – на 15,9% , йода – на 19,7%, в летний – йода – на 4,1%.

В летний период рацион кормления животных, за счёт кормления зелёной массой злаково-бобовых культур был избыточен по следующим питательным элементам: меди - на 56,3 %, марганцу - на 82,7 %, кобальту - на 49 %, и каротину - на 161 %.

В рационе кормления коров в зимний период отмечен недостаток каротина – на 65,7%.

Таким образом, мы считаем, что вышеуказанные издержки условий кормления дойных и сухостойных коров в АО «Учхоз «Пригородное» являются основной причиной распространения остеодистрофии в хозяйстве.

На основании аналитического материала нами установлено, что физиологическая (адаптационная) остеомалаяция у стельных коров, главным образом, связана с расходом большого количества минеральных веществ на формирование скелета плода, при этом предрасполагающим фактором является наличие крупного плода либо двух плодов. После отела происходит восстановление предродовых изменений в костной ткани (Кабыш А.А., 1967; Шарабрин И.Г., 1975; Кондрахин И.П., 1989; Уразаев Н.А., 1990; Анохин Б.М., 1991).

По результатам собственных научных исследований установлено, что определяющим фактором в развитии патологической остеомалаяции у стельных коров в АО «Учхоз «Пригородное» является несбалансированность в соответствии с детализированными нормами кормления РАСХН (Калашников А.П., 2003) рационов дойных и сухостойных коров по переваримому протеину, сухому веществу, обменной энергии, сахару, крахмалу, каротину и особенно по макро- и микроэлементам, обладающим остеотропностью (калию, магнию, меди, кобальту, цинку, марганцу, йоду).

## **2.2. Результаты клинического исследования коров**

### **2.2.1. Оценка клинического статуса и состояния минерального обмена у коров в АО «Учхоз «Пригородное»**

Известно, что деминерализация костяка у сельскохозяйственных животных происходит в первую очередь в костях, имеющих вторичное опорное значение (хвостовые позвонки, ребра, поперечно-реберные отростки поясничных позвонков, роговые отростки лобной кости и др.) (Кабыш А.А., 1967; Шарабрин И.Г., 1975; Кондрахин И.П., 1989; Уразаев Н.А., 1990).

Реализуя цель и задачи своих исследований, мы разработали устройство и способ для экспресс-диагностики степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота (рацпредложения № 341, № 342, патент на полезную модель № 169832).

Если учесть, что результаты пальпаторной диагностики деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков, описанные А.А. Кабышем (1967), С.А. Ивановским (1971), И. Г. Шарабриным (1975) и другими, соответ-

ствуют степени их рассасывания, то применительно к экспресс-диагностике, следуя логике, величину прогиба поперечно-реберных отростков поясничных позвонков в пределах 0,5 - 2 см можно расценивать как среднюю степень деминерализации, а более 2 см следует рассматривать клинически как сильную степень деминерализации.

Нами установлено, что увеличение величины прогиба поперечно-реберных отростков поясничных позвонков до 1-го см у стельных коров за 10 дней до отела является адаптационным изменением, которое следует считать нормой. Прогиб поперечно-реберных отростков до 2,5 см у стельных коров за 10 дней до отела необходимо расценивать как среднюю степень деминерализации, а более 2,5 см – как сильную степень деминерализации этих костей.

Учитывая принятые нами критерии, у 14,9 % коров в АО «Учхоз «Пригородное» была отмечена средняя степень деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков, у 6,4 % - сильная степень деминерализации.

При оценке клинического статуса и состояния минерального обмена у коров в АО «Учхоз «Пригородное» было установлено, что показатели температуры тела, частоты пульса, частоты дыхания, количества сокращений рубца (руминации) находились в пределах физиологических границ и составили: температура тела  $38,6 \pm 0,21$  °С, частота пульса –  $71,2 \pm 3,11$  ударов в минуту, частота дыхания –  $19,7 \pm 2,53$  дыхательных движений в минуту, сокращение рубца –  $3,5 \pm 0,60$  сокращений за 2 минуты.

Специфические и неспецифические признаки нарушения минерального обмена у коров с использованием инструментальных методов диагностики представлены в таблице 1.

Таблица 1. Специфические и неспецифические признаки нарушения минерального обмена у коров

Признак	Количество коров	%
<i>Неспецифические признаки</i>		
Угнетение	14	4
Понижение аппетита	6	1,7
Извращение вкуса («лизуха»)	54	15,7
Понижение тонуса мускулатуры	4	1,2
Снижение упитанности	48	14
Взъерошенность и тусклость волосяного покрова	131	38,3
Ломкость и сухость волоса	73	21,3
Побурение волоса	122	35,8
Задержка линьки	29	8,5
Сухость кожи	6	1,7
Чрезмерное количество дискваммированного эпителия (перхоти)	9	2,5
Складчатость кожи в области шеи	152	44,6
Анемичность, желтушность слизистых оболочек	12	3,4
<i>Специфические признаки</i>		
Частое переступание конечностями	117	34,2



3) животные с сильной степенью деминерализации костной ткани – 61 корова (18%).

Нами установлена зависимость между степенью нарушения минерального обмена и сроком стельности, возрастом животных, уровнем молочной продуктивности (Таблица 2, 3, 4).

Таблица 2. Зависимость степени нарушения минерального обмена у коров от срока стельности

Группа	Срок стельности	Количество коров	%
Коровы с сильной степенью деминерализации костной ткани (61 корова)	1-ая треть (1-3 месяц) стельности	29	47,5
	2-ая треть (4-6 месяц) стельности	9	14,8
	3-ая треть (7-9 месяц) стельности	23	37,7
Условно-клинически здоровые коровы, со слабовыраженными признаками остеодистрофии (46 коров)	1-ая треть (1-3 месяц) стельности	6	13
	2-ая треть (4-6 месяц) стельности	31	67,4
	3-ая треть (7-9 месяц) стельности	9	19,6

Таблица 3. Зависимость степени нарушения минерального обмена у коров от возраста животного

Группа	Возраст (лактация)	Количество коров	%
Коровы с сильной степенью деминерализации костной ткани (61 корова)	от 2,5 до 4 лет, (1-ая – 2-ая лактация)	39	63,9
	от 4 до 6 лет (3-ая – 4-ая лактация)	14	23,9
	старше 6 лет (5-ая и последующие лактации)	8	13,2
Условно-клинически здоровые коровы, со слабовыраженными признаками остеодистрофии (46 коров)	от 2,5 до 4 лет, (1-ая – 2-ая лактация)	7	15,2
	от 4 до 6 лет (3-ая – 4-ая лактация)	22	47,8
	старше 6 лет (5-ая и последующие лактации)	17	37,0

Таблица 4. Зависимость между степенью нарушения минерального обмена и уровнем молочной продуктивности у коров

Группа	Средняя годовая молочная продуктивность, кг
Коровы с сильной степенью деминерализации костной ткани (61 корова)	6680 ±15,42

Условно-клинически здоровые коровы, со слабовыраженными признаками остеодистрофии (46 коров)	8465±12,36
--	------------

Нами установлено, что наиболее выражены признаки нарушения минерального обмена проявляются у коров в первую и последнюю треть стельности, то есть в начале и конце лактационного периода и запуске. У коров первой и второй лактации (в возрасте 2,5-4 года) заболевание проявляется в большей степени, чем у коров последующих лактаций.

Уровень годовой молочной продуктивности коров с сильной степенью деминерализации костной ткани ниже по сравнению с условно-клинически здоровыми коровами, со слабовыраженными признаками остеодистрофии.

На основании аналитического материала и собственных клинических исследований животных нами был предложен «Способ оценки степени деминерализации костяка у крупного рогатого скота» (Рацпредложение № 344), который заключается в условном расположении костей в логическом ряду по преимуществу их деминерализации: хвостовые позвонки > ребра > остистые отростки позвонков > зубы > поперечно-реберные отростки поясничных позвонков > кости лицевой части черепа > роговые отростки лобной кости.

### **2.3. Сравнительная оценка состояния коров с разной степенью нарушения минерального обмена до и после отела**

#### **2.3.1. Клинический статус, морфологический и биохимический статусы крови коров**

Проведя сравнительную оценку состояния коров с разной степенью нарушения минерального обмена до и после отела по клиническому статусу, морфологическому и биохимическому статусам крови животных, мы установили критерии-тесты физиологической (адаптационной) и патологической остеомалации у стельных коров (Таблица 5).

Таблица 5. Критерии-тесты физиологической (адаптационной) и патологической остеомалации у стельных коров

Критерии-тесты	Физиологическая (адаптационная) остеомалация	Патологическая остеомалация
<b>Клинический статус</b>		
1) Шаткость зубов (резцов)	Появление шаткости резцовых зубов за 1 месяц и за 10 дней до отела, с усилением степени выраженности за 10 дней до отела	Сильная шаткость резцовых зубов за 1 месяц и за 10 дней до отела
2) Поддатливость ребер (преимущественно последних – 12, 13)	Появление поддатливости ребер за 1 месяц и за 10 дней до отела, с усилением степени выраженности за 10 дней до отела	Поддатливость ребер ярко выражена за 1 месяц и за 10 дней до отела, ребра истончены с неровными краями, часто отмечается западание последних

		ребер
3) Уменьшение угла наклона хвоста (менее 90 <sup>0</sup> )	Уменьшение угла наклона хвоста до 80 <sup>0</sup> за 10 дней до отела. Хвостовые позвонки хорошо пальпируются	Угол наклона хвоста менее 80 <sup>0</sup> за 10 дней до отела. При пальпации хвостовые позвонки мягкие, плохо пальпируются
4) Увеличение величины торсионного смещения хвоста (более 1см)	Увеличение величины торсионного смещения хвоста до 2 см за 10 дней до отела. Хвостовые позвонки хорошо пальпируются	Величина торсионного смещения хвоста более 2 см за 10 дней до отела. При пальпации хвостовые позвонки мягкие, плохо пальпируются
5) Увеличение величины прогиба поперечно-реберных отростков поясничных позвонков (более 0,5 см)	Увеличение величины прогиба поперечно-реберных отростков поясничных позвонков до 1-го см за 10 дней до отела	Величина прогиба поперечно-реберных отростков поясничных позвонков более 1-го см за 10 дней до отела
<b>Морфологический статус крови</b>		
1) Количество эозинофилов в крови	Увеличение числа эозинофилов в крови до 5% относительно нормативного показателя за 10 дней до отела	Увеличение числа эозинофилов в крови более чем на 5% относительно нормативного показателя за 10 дней до отела
2) Количество нейтрофилов в крови	Регенеративный сдвиг нейтрофилов до юных клеток, с повышением их содержания до 20 % относительно физиологической величины, за 10 дней до отела	Регенеративный сдвиг нейтрофилов до юных клеток, с повышением их содержания более чем на 20 % относительно физиологической величины, за 10 дней до отела
<b>Биохимический статус крови</b>		
1) Содержание общего кальция в сыворотке крови	Снижение в сыворотке крови уровня общего кальция до 7,6% относительно физиологической границы за 10 дней до отела	Снижение в сыворотке крови уровня общего кальция более чем на 7,6% относительно физиологической границы за 10 дней до отела
2) Содержание неорганического фосфора в сыворотке крови	Снижение в сыворотке крови уровня неорганического фосфора до 3,3% относительно физиологической величины за 10 дней до отела	Уровень неорганического фосфора в сыворотке крови за 1 месяц и за 10 дней до отела может находиться в пределах физиологической величины
3) Содержание марганца в сыворотке крови	Снижение в сыворотке крови уровня марганца до 5,5% относительно нормативного показателя за 10 дней до отела	Снижение в сыворотке крови уровня марганца более чем на 5,5% относительно нормативного показателя за 10 дней до отела
4) Содержание меди в сыворотке крови	Снижение в сыворотке крови уровня меди относительно физиологической границы до 0,5% и 0,9% за 1 месяц и за 10 дней до отела соответственно	Снижение в сыворотке крови уровня меди относительно физиологической границы более чем на 0,5% и 0,9% за 1 месяц и за 10 дней до отела соответственно

5) Уровень интенсивности обмена общего кальция, неорганического фосфора, марганца, кобальта, цинка	Снижение интенсивности обмена общего кальция, неорганического фосфора, марганца со среднего уровня до низкого и цинка с высокого уровня до среднего по шкале физиологических показателей сыворотки крови коров по уровням интенсивности минерально-витаминного обмена по А.А. Эленшлегеру, О.В. Танковой (Эленшлегер А.А., 2011) за 10 дней до отела	Стабильно низкие показатели интенсивности обмена общего кальция, марганца, цинка за 1 месяц и за 10 дней до отела по шкале физиологических показателей сыворотки крови коров по уровням интенсивности минерально-витаминного обмена по А.А. Эленшлегеру, О.В. Танковой (Эленшлегер А.А., 2011). Интенсивность обмена неорганического фосфора за 1 месяц и за 10 дней до отела может быть высокой.
--	--	---

Предложенные нами критерии-тесты, характеризующие физиологическую (адаптационную) остеомалюцию по клиническому статусу, основаны на том, что данные изменения клинического статуса у стельных коров через 2 месяца после отела полностью восстанавливаются до физиологических пределов. В связи с этим мы считаем, что они связаны с расходом большого количества минеральных веществ на формирование скелета плода, то есть с предродовым физиологическим состоянием и являются адаптационными. В случае если значения указанных критериев-тестов превышают обозначенные пределы, то такие изменения клинического статуса, на наш взгляд, связаны с нарушением минерального обмена в организме стельных коров и их необходимо рассматривать как патологическую остеомалюцию.

Критерии-тесты физиологической (адаптационной) остеомалюции у стельных коров, установленные нами по морфологическому и биохимическому статусу крови, основываются на том, что указанные изменения в крови и сыворотки крови стельных коров сопровождались в наших исследованиях появлением клинических признаков нарушения минерального обмена, таких как шаткость зубов, размягчение (остеомалюция) костной ткани, в частности ребер (преимущественно последних), хвостовых позвонков, поперечно-реберных отростков поясничных позвонков, что подтверждалось результатами пальпаторной диагностики этих костей, уменьшением угла склона хвоста и увеличением величины торсионного смещения хвоста, а также увеличением величины прогиба поперечно-реберных отростков поясничных позвонков. Вследствие того, что с восстановлением морфологического и биохимического статусов крови у коров уже не наблюдались признаки размягчения (остеомалюции) костной ткани, мы считаем, что такие изменения в крови стельных коров можно считать критериями, характерными для физиологической (адаптационной) остеомалюции. В случае если значения указанных критериев-тестов превышают обозначенные пределы, то такие изменения морфологического и биохимического статусов крови, на наш взгляд, связаны с нарушением минерального обмена в организме стельных коров и их необходимо рассматривать как патологическую остеомалюцию.

По результатам сравнительной оценки состояния коров с разной степенью нарушения минерального обмена до и после отела нами был предложен способ

клинической оценки состояния минерального обмена у стельных коров (Рацпредложение № 346), а также метод диагностики физиологической (адаптационной) и патологической остеомалации у стельных коров (Рацпредложение № 345).

Используя разработанный способ клинической оценки состояния минерального обмена у стельных коров (Рацпредложение № 346), было установлено, что при данных рационах кормления, из 49 коров, находящихся в период исследования в запуске, у 31 коровы (63,3%), отмечается патологическая остеомалация, у 12 коров (24,5%) - физиологическая (адаптационная) остеомалация, 6 коров (12,2%) - условно-клинически здоровые.

### 2.3.2. Оценка результатов исследования мочи и молока у коров

При исследовании физических свойств мочи животных установлено, что моча у коров контрольной и опытной групп на протяжении всего периода исследований была прозрачной, жидкой, со специфическим запахом, от светло-желтого до темно-желтого цвета.

Результаты химического исследования мочи представлены в таблице 6.

Таблица 6. Химические показатели мочи коров

Показатель	Исследования		
	1	2	3
	1 месяц до отела	10 дней до отела	2 месяца после отела
Опытная группа (n=10)			
рН	8,9 $\pm$ 0,11	8,7 $\pm$ 0,16	8,8 $\pm$ 0,14
Белок, г/л	0,98 $\pm$ 0,39	1,85 $\pm$ 0,73	Отр.
Глюкоза, ммоль/л	Отр.	Отр.	Отр.
Кетоновые тела, ммоль/л	1,60 $\pm$ 0,71	1,95 $\pm$ 0,64	2,0 $\pm$ 0,58
Контрольная группа (n=10)			
рН	8,7 $\pm$ 0,16	8,6 $\pm$ 0,17	8,9 $\pm$ 0,11
Белок, г/л	0,87 $\pm$ 0,26	1,06 $\pm$ 0,34	Отр.
Глюкоза, ммоль/л	Отр.	Отр.	Отр.
Кетоновые тела, ммоль/л	1,70 $\pm$ 0,96	1,65 $\pm$ 0,84	1,86 $\pm$ 0,61

Данные таблицы 6 свидетельствуют о повышении содержания белка в моче при первом (1 месяц до отела) и втором (10 дней до отела) исследовании как у больных остеодистрофией, так и у условно-клинически здоровых коров. Повышение кетоновых тел в моче мы отмечаем в контрольной и опытной группах коров на протяжении всего периода исследований. При этом протеинурия была наиболее выражена при втором исследовании (10 дней до отела), а кетонурия – при третьем исследовании (2 месяца после отела). Во всех случаях исследований моча у коров имела слабощелочную реакцию. Глюкозы в моче обнаружено не было.

Результаты исследования молока на титруемую кислотность показаны в таблице 7.

Таблица 7. Зависимость титруемой кислотности молока от степени нарушения минерального обмена у коров

Группа	n	Средняя титруемая кислотность, °Т
Условно-клинически здоровые коровы, со слабовыраженными признаками остеодистрофии	10	19,6±0,93
Коровы со средней степенью деминерализации костной ткани	10	21,2±1,06
Коровы с сильной степенью деминерализации костной ткани	10	16,5±0,87

Нами установлено, что при нарушении минерального обмена различной степени тяжести у коров наблюдаются отклонения титруемой кислотности молока, при этом свежесцеженное молоко у коров со средней степенью деминерализации имеет более высокую титруемую кислотность, а у коров с сильной степенью деминерализации титруемая кислотность молока ниже, чем у клинически здоровых коров. Отклонения титруемой кислотности молока у коров можно использовать как один из элементов комплексной диагностики нарушения минерального обмена.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам работы нами сделаны следующие выводы:

1. Основной причиной патологической остеомалации у стельных коров явился дисбаланс элементов в рационе, достигающий дефицита в летнем рационе крахмала на 53,4%, йода – на 4,1%, переваримого протеина в расчёте на энергетическую кормовую единицу - на 4 %, при избытке сахара - на 37%, калия - на 143 %, магния - на 22 %, меди - на 56,3 %, марганца - на 82,7 %, кобальта - на 49 %, и каротина - на 161 %.

В зимнем рационе дефицит крахмала на 34,7%, меди – на 7,6%, кобальта – на 21,7%, цинка – на 19%, марганца – на 15,9% , йода – на 19,7%, каротина – на 65,7%, переваримого протеина в расчёте на энергетическую кормовую единицу - на 16 %, при избытке сахара - на 38,7%, калия - на 85 %, магния - на 75 %.

2. Клинический статус стельных коров при нарушении минерального обмена характеризуется как неспецифическими (угнетение, понижение аппетита, ломкость и сухость волоса, задержка линьки, взъерошенность и тусклость волосяного покрова, сухость кожи, анемичность и желтушность слизистых оболочек и др.), так и характерными для патологии костной ткани специфическими признаками (частое переступание конечностями, шаткость зубов, X-образная постановка конечностей, искривление хвоста, раздвоение остистых отростков, поддатливость, искривление, рудиментация рёбер и др.).

3. Морфологический статус крови стельных коров при нарушении минерального обмена характеризуется снижением уровня гематокрита до 34,4±1,28%

за 1 месяц до отела, увеличением количества эозинофилов до  $8,8 \pm 0,81\%$ , юных нейтрофилов - до  $1,1 \pm 0,25\%$  за 10 дней до отела.

4. Биохимические показатели крови у стельных коров при нарушении минерального обмена за 1 месяц до отела характеризуются снижением уровня общего кальция до  $2,26 \pm 0,09$  ммоль/л, марганца – до  $0,35 \pm 0,05$  мкмоль/л, кобальта – до  $0,41 \pm 0,07$  мкмоль/л, меди – до  $12,31 \pm 0,88$  мкмоль/л; за 10 дней до отела - снижением уровня общего кальция до  $2,23 \pm 0,11$  ммоль/л, каротина – до  $0,35 \pm 0,02$  мг%, марганца – до  $0,32 \pm 0,04$  мкмоль/л, меди – до  $12,15 \pm 1,07$  мкмоль/л.

5. Интенсивность обмена минеральных веществ и витаминов у больных остеодистрофией коров характеризуется низким уровнем интенсивности обмена марганца, меди, цинка за 1 месяц до отела, за 10 дней до отела и через 2 месяца после отела, а также кальция за 1 месяц и за 10 дней до отела, кобальта – за 1 месяц до отела, каротина – за 10 дней до отела и через 2 месяца после отела, витамина А – через 2 месяца после отела. Интенсивность обмена меди, каротина, витамина А за 1 месяц до отела, кобальта и меди за 10 дней до отела, общего кальция, неорганического фосфора, кобальта и меди через 2 месяца после отела характеризуется средним уровнем интенсивности минерально-витаминного обмена, а неорганического фосфора за 1 месяц и за 10 дней до отела - высоким.

У условно-клинически здоровых коров интенсивность минерально-витаминного обмена за 1 месяц до отела характеризуется средним уровнем обмена общего кальция, неорганического фосфора, марганца, кобальта, меди, каротина, витамина А и высоким уровнем обмена цинка. За 10 дней до отела интенсивность обмена общего кальция, неорганического фосфора, марганца, кобальта характеризуется низким уровнем обмена, а меди, цинка, каротина, витамина А – средним. Через 2 месяца после отела интенсивность обмена неорганического фосфора, марганца, кобальта, меди, каротина, витамина А – средняя, общего кальция и цинк – высокая.

6. Разработанные критерии-тесты физиологической (адаптационной) и патологической остеомалации у стельных коров, основанные на изменении клинического статуса, морфологического и биохимического статусов крови животных, позволяют объективно оценить состояния минерального обмена у стельных коров, выявить ранние субклинические изменения в организме животных и своевременно их корректировать.

7. Результаты экспериментальных научных исследований убеждают в объективности и достоверности инструментальной экспресс-диагностики степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота с помощью разработанного нами устройства и способа.

Основываясь на полученных результатах, мы рекомендуем следующие практические предложения:

1. Для объективной оценки состояния минерального обмена у стельных коров необходимо использовать критерии-тесты физиологической (адаптационной) и патологической остеомалации у стельных коров по клиническому статусу, морфологическому и биохимическому статусам крови животных.

2. При организации лечебных и профилактических мероприятий нарушения минерального обмена у коров необходимо учитывать взаимосвязь между степенью нарушения минерального обмена и сроком стельности, возрастом животных, уровнем молочной продуктивности, а также титруемой кислотностью молока.

3. При оценке состояния костяка у крупного рогатого скота следует учитывать логическую последовательность деминерализации костей в следующем порядке: хвостовые позвонки > ребра > остистые отростки позвонков > зубы > поперечно-реберные отростки поясничных позвонков > кости лицевой части черепа > роговые отростки лобной кости.

4. Для экспресс-диагностики степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота использовать устройство и способ разработанные нами.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Афанасьев, К.А. Инструментальная диагностика нарушения минерального обмена у крупного рогатого скота / К.А. Афанасьев, А.А. Эленшлегер // Вестник АГАУ. – 2017. - № 2 (148). – С. 132 – 138.

2. Эленшлегер, А.А. К проблеме нарушения минерального обмена веществ у коров // А.А. Эленшлегер, К.А. Афанасьев // Вестник АГАУ. – 2017. - № 3 (149). – С. 143 – 148.

3. Эленшлегер, А.А. Биохимический статус крови у стельных коров при остеомалации / А.А. Эленшлегер, К.А. Афанасьев // Вестник АГАУ. – 2017. - № 4 (150). – С. 105 – 110.

4. Афанасьев, К.А. Несбалансированное кормление как причина нарушения минерального обмена у коров / Афанасьев К.А. // Вестник АГАУ. – 2017. - № 4 (150). – С. 110 – 116.

5. Афанасьев, К.А. Морфологический статус крови у стельных коров при остеомалации / К.А. Афанасьев, А.А. Эленшлегер // Вестник АГАУ. – 2017. - № 5 (151). – С. 132 – 137.

6. Эленшлегер, А.А. Молочная продуктивность и титруемая кислотность молока у коров с разной степенью нарушения минерального обмена / А.А. Эленшлегер, К.А. Афанасьев // Ветеринарный врач. – 2017. - № 2. – С. 48 – 54.

7. Устройство для определения степени деминерализации поперечно-реберных отростков поясничных позвонков у крупного рогатого скота / К.А. Афанасьев, А.А. Эленшлегер // Патент РФ № 169 832. - Изобретения и полезные модели в России: Бюллетень. - 2017. - № 10.

### **Статьи и тезисы докладов в других изданиях:**

1. Эленшлегер, А.А. Диагностика остеодистрофии у коров / А.А. Эленшлегер, К.А. Афанасьев // Инновации и продовольственная безопасность. – 2016. - № 3 (13). – С. 33 – 37.

2. Афанасьев, К.А. Изучение особенностей клинического статуса больных остеодистрофией коров/ К.А. Афанасьев, А.А. Эленшлегер // Аграрная наука –

сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / XII Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2017 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. Кн. 3. – С 235-237.

3. Эленшлегер, А.А. Адаптационная (физиологическая) и патологическая остеомалаяция у стельных коров / А.А. Эленшлегер, К.А. Афанасьев // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора ветеринарных наук, профессора Кабыша Андрея Александровича (19 мая 2017 года). – Троицк: ООО «Мини Тип», 2017. – С. 461 – 470.

4. Афанасьев, К.А. Нарушение минерального обмена веществ у коров / К.А. Афанасьев // Молодежь-Барнаул: Материалы XVIII городской научно-практической конференции молодых ученых. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2017. – С. 245-248.

5. Афанасьев, К.А. Влияние степени нарушения минерального обмена на молочную продуктивность и титруемую кислотность молока у коров / К.А. Афанасьев, А.А. Эленшлегер // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 2 кн. / XIII Международная научно-практическая конференция, посвящённая 75-летию юбилею Алтайского ГАУ (15-16 февраля 2018 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. Кн. 2. – С 349-351.

**Методические рекомендации:**

Афанасьев, К.А. Методика оценки состояния минерального обмена у стельных коров: методические рекомендации / К.А. Афанасьев, А.А. Эленшлегер. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ. – 2018г. – 20 с.