

Сведения об авторах:

Талғатқызы Нурханым* – магистр естественных наук, докторант, научный сотрудник Инжинирингового центра органических агротехнологий, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: 87754083901, e-mail: nurkhanim.talgatova0027@mail.ru.

Кухар Елена Владимировна – доктор биологических наук, профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: 87023324929, e-mail: kuharev.katiu@gmail.com.

Шыныбаев Куандык Мухаметкалиевич – кандидат ветеринарных наук, ассоц. профессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, пр. Райымбека 223, тел.: 87713772818, e-mail: shynybaev.k@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанович – доктор ветеринарных наук, профессор, Костанайская областная территориальная инспекция Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК, Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, проспект Абая, 34, тел.: 87776377177, e-mail: Berikzhan_7@mail.ru.

Талғатқызы Нұрханым* – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, докторант, ғылыми қызметкері, «Органикалық агротехнологиялар инжинирингтік орталығы», «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс көш., 62, тел.: 87754083901, e-mail: nurkhanim.talgatova0027@mail.ru.

Кухар Елена Владимировна – биология ғылымдарының докторы, профессор, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс көш., 62, тел.: 87023324929, e-mail: kuharev.katiu@gmail.com.

Шыныбаев Куандык Мұхаметғалиұлы – ветеринарлық ғылымдарының кандидаты, аға зерттеуші, ұауымдастырылған профессор, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Райымбек даңғ, 223, тел.: 87713772818, e-mail: shynybaev.k@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанұлы – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Ветеринариялық бақылау және қадағалау комитетінің Қостанай облыстық аумақтық инспекциясы», Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 87776377177, e-mail: Berikzhan_7@mail.ru.

Talgatkyzy Nurkhanym* – Master of Natural Sciences, PhD student, Researcher of the Engineering Center of Organic Agrotechnologies, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Str., tel.: 87754083901, e-mail: nurkhanim.talgatova0027@mail.ru.

Kukhar Yelena Vladimirovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Str., tel.: 87023324929, e-mail: kuharev.katiu@gmail.com.

Shynybayev Kuandyk Mukhametkaliyevich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Kazakh Scientific Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, 223 Raiymbek Ave., tel.: 87713772818, e-mail: shynybaev.k@mail.ru.

Kaiypbay Berikzhan Balapanovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kostanay Regional Territorial Inspection of the Committee for Veterinary Control and Supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel.: 87776377177, e-mail: Berikzhan_7@mail.ru.

МРНТИ 68.41.55

УДК 619:591.478.6:636.2

<https://doi.org/10.52269/SEPT2631104>

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ КРС ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ЛАМИНИТЕ КОПЫТ

Хасанова М.А.* – PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Волохович А.А. – магистрант первого года обучения по специальности ветеринария, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты комплексного исследования клинических показателей крови молочных коров голштинской породы, содержащихся на молочнотоварной ферме ТОО «Астам

и К» Карабалыкского района Костанайской области Республики Казахстан. Целью исследования являлась оценка гематологических изменений при ламините копыт и определение их диагностического значения. Материалом исследования послужили образцы венозной крови, полученные от 30 коров одного возраста: опытная группа ($n = 15$) с клиническими признаками ламинита различной степени выраженности и контрольная группа ($n = 15$) клинически здоровых животных. Проведен сравнительный анализ показателей красной и белой крови с последующим статистическим анализом межгрупповых различий. Установлено, что у животных опытной группы отмечался выраженный воспалительный ответ, характеризующийся статистически значимым ($p < 0,01$) нейтрофильным лейкоцитозом с регенеративным сдвигом ядра влево (увеличение палочкоядерных нейтрофилов до $2,8 \pm 0,9 \%$), моноцитозом ($11,2 \pm 1,8 \%$) и относительной лимфопенией ($18,8 \pm 2,2 \%$). В красной крови коров с ламинитом выявлено достоверное снижение концентрации гемоглобина ($92,5 \pm 5,8$ г/л, $p < 0,01$), количества эритроцитов ($5,72 \pm 0,38 \times 10^{12}/л$, $p < 0,01$) и гематокрита ($26,5 \pm 1,8 \%$, $p < 0,01$), что указывает на развитие умеренного анемического синдрома воспалительного генеза. У животных опытной группы, прошедших комплексное ортопедическое и терапевтическое лечение, зафиксирована выраженная тенденция к нормализации гематологических показателей. Полученные результаты доказывают, что клинический анализ крови является высокоинформативным дополнительным методом оценки выраженности системной воспалительной реакции коров, объективного мониторинга их состояния и контроля эффективности лечебных мероприятий при ламините.

Ключевые слова: ламинит, голштинская порода, молочная ферма, болезни копыт, коровы.

ЛАМИНИТ КЕЗІНДЕГІ ГОЛШТИН ТҰҚЫМДЫ ІҚМ ҚАНЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ

Хасанова М.А. * – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Волохович А.А. – ветеринария мамандығы бойынша 1-курс магистранты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қазақстан Республикасы Қостанай облысы Қарабалық ауданындағы «Астам и К» ЖШС сүт-тауар фермасында ұсталатын голштин тұқымды сүтті сиырлардың қан көрсеткіштерін кешенді зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты ламинит кезіндегі гематологиялық өзгерістерді бағалау және олардың диагностикалық маңыздылығын анықтау болды. Зерттеу материалы бір жастағы 30 сиырдан алынған веналық қан үлгілерінен тұрды: ламиниттің клиникалық белгілері бар тәжірибелік топ ($n = 15$) және клиникалық сау жануарлардан құралған бақылау тобы ($n = 15$). Қанның қызыл және ақ көрсеткіштеріне салыстырмалы талдау жүргізіліп, топтар арасындағы айырмашылықтарға статистикалық баға берілді. Тәжірибелік топтағы жануарларда айқын қабыну реакциясы анықталды, ол статистикалық маңызды ($p < 0,01$) нейтрофилді лейкоцитозбен, ядроның солға регенеративті ығысуымен (таяқша ядролы нейтрофилдердің $2,8 \pm 0,9 \%$ -ға дейін артуы), моноцитозбен ($11,2 \pm 1,8 \%$) және салыстырмалы лимфопениемен ($18,8 \pm 2,2 \%$) сипатталды. Ламинитпен ауырған сиырлардың қызыл қанында гемоглобин концентрациясының ($92,5 \pm 5,8$ г/л, $p < 0,01$), эритроциттер санының ($5,72 \pm 0,38 \times 10^{12}/л$, $p < 0,01$) және гематокриттің ($26,5 \pm 1,8 \%$, $p < 0,01$) сенімді төмендеуі анықталды, бұл қабыну текті анемиялық синдромның дамуын көрсетеді. Кешенді ортопедиялық және терапевтік емдеуден өткен тәжірибелік топтағы жануарларда гематологиялық көрсеткіштердің қалпына келу үрдісі байқалды. Алынған нәтижелер клиникалық қан талдауы сиырлардың жүйелі қабыну реакциясының айқындылығын бағалаудың, олардың жағдайын объективті бақылаудың және емдеу шараларының тиімділігін бақылаудың қосымша әдісі ретінде жоғары ақпараттылығын дәлелдейді.

Түйінді сөздер: ламинит, голштин тұқымы, сүт фермасы, тұяқ аурулары, сиыр.

MORPHOLOGICAL BLOOD PARAMETERS IN HOLSTEIN CATTLE WITH HOOF LAMINITIS

Khassanova M.A.* – PhD, Associate Professor, Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Volkovich A.A. – First-year Master's student (Vet. Med.), Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of a comprehensive study of clinical blood parameters in dairy Holstein cows kept at the dairy farm of the Astam i K LLP in the Karabalyk district, Kostanay region, Republic of Kazakhstan. The research aim was to assess hematological changes associated with hoof laminitis and to determine their diagnostic significance. The study material included venous blood samples obtained from 30 cows of the same age: the experimental group ($n = 15$) with clinical signs of laminitis of varying severity, and

the control group (n = 15) of clinically healthy animals. A comparative analysis of red and white blood parameters was performed, followed by statistical evaluation of intergroup differences. It was established that animals of the experimental group exhibited a pronounced inflammatory response characterized by statistically significant ($p < 0.01$) neutrophilic leukocytosis with a regenerative left nuclear shift (increase in band neutrophils to $2.8 \pm 0.9\%$), monocytosis ($11.2 \pm 1.8\%$), and relative lymphopenia ($18.8 \pm 2.2\%$). In the red blood of cows with laminitis, a significant decrease in hemoglobin concentration (92.5 ± 5.8 g/L, $p < 0.01$), erythrocyte count ($5.72 \pm 0.38 \times 10^{12}$ /L, $p < 0.01$), and hematocrit ($26.5 \pm 1.8\%$, $p < 0.01$) was detected, indicating the development of a moderate inflammatory anemia. In the experimental group animals that underwent comprehensive orthopedic and therapeutic treatment, a pronounced tendency toward normalization of hematological parameters was recorded. The results obtained prove that clinical blood analysis is a highly informative additional tool for assessing the severity of the systemic inflammatory response in cows, objectively monitoring their condition, and controlling the effectiveness of therapy for laminitis.

Keywords: laminitis, Holstein breed, dairy farm, hoof diseases, cows.

Введение. Ламинит является одним из распространенных заболеваний конечностей у молочных коров и представляет значимую проблему для современного молочного скотоводства. Заболевания копыт и связанные с ними нарушения локомоции оказывают отрицательное влияние на благополучие животных, продуктивность и продолжительность их хозяйственного использования [1, с.3347; 2, с.1836]. Ламинит и другие поражения копытного рога могут сопровождаться болезненностью, нарушением двигательной активности, изменением локомоции и снижением молочной продуктивности, а тяжелые случаи увеличивают вероятность преждевременной выбраковки животных [2, с.1836; 3, с.216]. Экономические последствия хромоты включают снижение продуктивности, дополнительные затраты на лечение и увеличение риска выбытия коров из стада [4, с.1].

В последние годы вопросам этиологии, патогенеза, диагностики и профилактики заболеваний копыт у крупного рогатого скота посвящено значительное количество исследований. Современные данные свидетельствуют о многофакторной природе ламинита и хромоты, при этом существенное значение имеют особенности кормления, нарушения обмена веществ, состояние животных, условия содержания, напольное покрытие, плотность размещения и организация ухода за копытами [1, с.3347; 5, с.346; 6, с.10369]. Отечественные исследования также указывают на широкое распространение заболеваний пальцев и копыт КРС и многофакторный характер поражений дистального отдела конечностей, включая ламинит и пододерматит [7, с.76]. Особое внимание уделяется взаимосвязи заболеваний копыт с нарушениями рубцового пищеварения и субклиническим ацидозом рубца. Систематический обзор исследований показывает, что взаимосвязь ацидоза рубца и ламинита является одним из важных направлений изучения патогенеза заболевания [8, с.373].

Важное значение имеет своевременное выявление патологического процесса. Клиническая диагностика заболеваний конечностей основывается на оценке локомоции, поведения животного и состояния копыт, однако ранние формы патологического процесса могут оставаться незамеченными до появления выраженных клинических признаков [9, с.76]. В связи с этим в современных исследованиях рассматриваются дополнительные диагностические показатели, включая биомаркеры воспаления, стрессовые показатели и метаболические показатели крови. Обзор современных исследований указывает на перспективность использования биомаркеров для оценки состояния животных, выявления патологических изменений и мониторинга восстановления после лечения [10, с.202].

Исследования гематологических показателей также подтверждают наличие системной реакции организма при заболеваниях копыт. У хромотых коров выявлялись изменения лейкоцитарного профиля, в частности увеличение относительного содержания нейтрофилов и тенденция к снижению доли лимфоцитов, что может отражать развитие воспалительной реакции и физиологического стресса [11, с.1685]. В другом исследовании установлено, что у коров с различной степенью хромоты изменялись показатели воспаления, включая концентрацию гаптоглобина, а выраженность отдельных изменений была связана со степенью нарушения локомоции [12, с.401].

Особый интерес представляет изучение воспалительных изменений непосредственно при ламините. У молочных коров с субклиническим и хроническим ламинитом выявлены изменения ряда воспалительных и вазоактивных медиаторов, включая гистамин, IL-6, LPS и TNF- α , причем выраженность отдельных изменений зависела от формы патологического процесса [13, с.156]. Полученные данные свидетельствуют о том, что развитие заболеваний копыт может сопровождаться не только локальными изменениями тканей, но и системной реакцией организма.

В отечественной ветеринарной практике большое значение придается комплексному обследованию животных с заболеваниями конечностей, включающему клиническую диагностику, определение степени тяжести патологического процесса и последующий выбор лечебно-профилактических мероприятий [7, с.76; 14, с.1]. При этом проблема раннего выявления заболеваний копыт остается актуальной. Современные исследования потенциальных биомаркеров указывают на необходимость поиска доступных показателей, которые могли бы использоваться для выявления животных на начальных стадиях патологического процесса [10, с.202].

Таким образом, изучение изменений показателей клинического анализа крови у коров с различной степенью выраженности ламинита представляет практический и научный интерес. Сопоставление гематологических показателей с клиническим состоянием копыт позволяет оценить системную реакцию организма и определить возможность использования анализа крови в качестве дополнительного инструмента раннего выявления и мониторинга патологического процесса.

Цель исследования – проведение комплексной сравнительной оценки клинических показателей крови у молочных коров голштинской породы при ламините копыт и клинически здоровых животных для выявления особенностей системной воспалительной реакции организма и установления диагностической значимости гематологического профиля в качестве маркера тяжести патологии.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить и провести сравнительный анализ морфологических показателей красной и белой крови у клинически здоровых молочных коров и коров с клиническими признаками ламинита копыт.
2. Установить характер и степень выраженности межгрупповых отклонений эритроцитарного, тромбоцитарного и лейкоцитарного звеньев крови с оценкой их статистической достоверности.
3. Определить диагностическую ценность клинического анализа крови как дополнительного метода объективного мониторинга состояния животных, оценки активности системного воспаления и контроля терапевтической эффективности.

Материалы и методы

Исследование проводилось в 2026 году на базе молочнотоварной фермы ТОО «Астам и К», расположенной в селе Новотроицкое Карабалыкского района Костанайской области Республики Казахстан. Объектом исследования являлись лактирующие молочные коровы голштинской породы в возрасте 3 года 8 месяцев (вторая лактация), содержащиеся в одинаковых условиях беспривязного боксового содержания с идентичным рационом кормления (полномешанный рацион, TMR).

Для реализации принципа контролируемого эксперимента по принципу аналогов были сформированы две группы животных:

- контрольная группа (n = 15) – клинически здоровые коровы, не имеющие признаков хромоты, поражений копытного рога или иных системных заболеваний, с оценкой локомоции 1 балл по шкале Sprecher.

- опытная группа (n = 15) – коровы с клинически выраженным ламините копыт, проявляющимся явным нарушением локомоции, хромотой и локальными поражениями копытец.

Диагностика ламинита и оценка степени хромоты. Диагноз устанавливали на основании комплексного клинического обследования дистального отдела конечностей, включавшего визуальную оценку походки, осанки, поведения животных и детальный осмотр копытец после их очистки и расчистки. Степень хромоты оценивали по общепринятой 5-балльной шкале локомоции Sprecher (Спречер и др., 1997), где 1 балл соответствовал норме (свободная походка, ровная линия спины как при стоянии, так и при движении), а 5 баллов – тяжелой хромоте (животное не способно опираться на конечность, выражено горбит спину). У животных опытной группы регистрировали подострую и хроническую формы ламинита с продолжительностью болезни от 2 до 4 недель. Характерные поражения (умеренная деформация копытного рога, болезненность при сдавливании копытными щипцами, местная гипертермия, гиперемия венчика) локализовались преимущественно на тазовых конечностях, в области латеральных копытцев.

Терапевтические мероприятия и отбор крови. Из 15 коров опытной группы у 10 животных исследования проводили в острую/активную фазу заболевания до начала каких-либо лечебных процедур. У 5 коров гематологический мониторинг проводили на этапе клинического выздоровления (через 10-14 дней после начала комплексной терапии, включавшей ортопедическую расчистку, ножные ванны с дезинфицирующими растворами сульфата меди 5%, системное назначение нестероидного противовоспалительного препарата кетопрофен в дозе 3 мг/кг массы однократно внутримышечно в течение 3 дней и антибиотикотерапию по показаниям при осложненных формах).

Отбор венозной крови у животных обеих групп осуществляли в утренние часы (до утреннего кормления) из яремной вены (v. jugularis) с помощью вакуумных систем в стерильные пробирки с антикоагулянтom КЗ-ЭДТА. Пробирки немедленно плавно перемешивали и транспортировали в лабораторию в сумке-холодильнике при температуре +4°C. Лабораторный анализ выполняли в течение 4 часов с момента отбора.

Лабораторный и статистический анализ. Исследование образцов крови проводили на автоматическом ветеринарном гематологическом анализаторе Mindray BC-2800 Vet (Китай), предназначенном для работы с биоматериалом различных видов животных. Определяли следующие параметры: концентрацию гемоглобина (Hgb), общее количество эритроцитов (RBC), гематокрит (HCT), эритроцитарные индексы (MCV, MCH, MCHC), показатель анизоцитоза эритроцитов (RDW), число тромбоцитов (PLT), средний объем тромбоцита (MPV), общее число лейкоцитов (WBC) и субпопуляции лейкоцитов (лимфоциты, гранулоциты, средние клетки в абсолютных и относительных значениях). Качественный состав лейкоцитарной формулы (включая разделение нейтрофилов на палочкоядерные и сегментоядерные, подсчет моноцитов, эозинофилов и базофилов) дополнительно верифицировали

методом ручной микроскопии фиксированных мазков крови, окрашенных по Романовскому–Гимзе (подсчет 100 клеток на мазок, иммерсионная микроскопия, объектив $\times 100$).

В качестве референсных интервалов физиологической нормы использовали современные нормативные показатели КРС по А.Ф. Кузнецову (2024) [14]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программного пакета Statistica 12.0 (StatSoft, США). Рассчитывали среднее арифметическое значение (M) и стандартное отклонение (SD). Достоверность межгрупповых различий оценивали с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$ и $p < 0,01$.

Результаты. Проведенные клинические исследования показали четкое разграничение локомоторного и общего состояния коров. Животные контрольной группы ($n = 15$) демонстрировали отличную активность, физиологическую походку без признаков болезненности (1 балл по Sprecher). Коровы опытной группы в активную фазу заболевания ($n = 10$) характеризовались хромотой средней и тяжелой степени (3–4 балла), дугообразным изгибом спины во время движения и стояния, осторожным перенесением веса тела на здоровые участки копытца и снижением аппетита. Животные опытной группы на стадии клинического улучшения ($n = 5$) имели удовлетворительную походку с легкой асимметрией шага (хромота 2 балла), ровную линию спины при стоянии и активный аппетит.



Рисунки 1, 2 – Характерные изменения копытцев тазовой конечности у коровы голштинской породы при хроническом ламините (деформация копытного рога, неравномерность стачивания)

При клиническом обследовании дистального отдела конечностей у коров опытной группы с ламинитом фиксировали характерные морфологические изменения копытца и мягких тканей. На представленных рисунках 1 и 2 отчетливо визуализируются умеренная деформация и асимметрия копытного рога, слоистость и трещины подошвенной поверхности, а также неравномерность износа стенки и подошвы копытцев. В области венчика и межкопытной щели отмечается гиперемия, при пальпации и сдавливании копытными щипцами регистрировалась местная гипертермия и выраженная болезненность. Описанные поражения наиболее часто локализовались на латеральных пальцах тазовых конечностей, что соответствует проявлениям подострого и хронического ламинита.

При сравнительном анализе гематологических профилей подопытных животных были выявлены выраженные межгрупповые различия, носящие статистически достоверный характер для большинства ключевых параметров. Сводные результаты гематологических исследований коров контрольной и опытной групп представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели крови коров с клиническими признаками ламинита копыт

Показатель (норма КРС)	Контрольная группа (здоровые, $n = 15$)	Опытная группа (ламинит, $n = 15$)	p-value
Гемоглобин (Hgb), г/л (90–139)	$108,4 \pm 6,2$	$92,5 \pm 5,8$	$< 0,01$
Эритроциты (RBC), $10^{12}/л$ (5,00–10,10)	$6,85 \pm 0,42$	$5,72 \pm 0,38$	$< 0,01$
Гематокрит (HCT), % (28,0–46,0)	$32,4 \pm 2,1$	$26,5 \pm 1,8$	$< 0,01$
MCH (среднее содержание Hgb в RBC), пг (13,0–19,0)	$15,8 \pm 0,9$	$16,2 \pm 0,7$	$> 0,05$
MCV (средний объем эритроцита), мкм ³ (38,0–53,0)	$47,3 \pm 2,5$	$46,3 \pm 2,1$	$> 0,05$

Продолжение таблицы 1

МСНС (среднеклеточная конц. Hgb), % (300–370)	33,4 ± 1,1	34,9 ± 1,0	> 0,05
RDW (степень анизоцитоза), % (14,0–19,0)	16,1 ± 0,8	16,9 ± 1,1	> 0,05
Тромбоциты (PLT), 10 ⁹ /л (120–820)	325,4 ± 45,2	298,6 ± 38,4	> 0,05
MPV (средний объем тромбоцита), фл (3,8–7,0)	5,5 ± 0,4	5,7 ± 0,5	> 0,05
Лейкоциты (WBC), 10 ⁹ /л (5,0–16,0)	8,4 ± 1,1	12,8 ± 1,6	< 0,01
Лимфоциты (Lymph #), 10 ⁹ /л (1,5–9,0)	4,8 ± 0,6	2,4 ± 0,4	< 0,01
Лимфоциты (Lymph %), % (20,0–60,3)	57,1 ± 4,5	18,8 ± 2,2	< 0,01
Средние клетки (Mid #), 10 ⁹ /л (0,3–1,6)	0,6 ± 0,1	1,2 ± 0,2	< 0,01
Средние клетки (Mid %), % (4,0–12,1)	7,1 ± 0,9	9,4 ± 1,2	< 0,01
Гранулоциты (Grad #), 10 ⁹ /л (2,3–9,1)	3,0 ± 0,4	9,2 ± 1,1	< 0,01
Гранулоциты (Grad %), % (30,0–65,0)	35,7 ± 3,8	71,9 ± 4,6	< 0,01
Эозинофилы, % (2–5)	3,1 ± 0,8	4,8 ± 1,5	< 0,01
Базофилы, % (0–2)	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,2	> 0,05
Нейтрофилы юные, % (0)	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	—
Нейтрофилы палочкоядерные, % (0–1)	0,1 ± 0,2	2,8 ± 0,9	< 0,01
Нейтрофилы сегментоядерные, % (40–65)	48,5 ± 3,4	32,2 ± 2,8	< 0,01
Моноциты, % (2–7)	3,8 ± 0,7	11,2 ± 1,8	< 0,01
Лимфоциты (ручной подсчет), % (20–35)	34,3 ± 3,1	48,4 ± 4,2	< 0,01

Анализ данных таблицы 1 демонстрирует наличие выраженных системных гематологических сдвигов у коров опытной группы. В эритроцитарном звене отмечается высокодостоверное ($p < 0,01$) снижение гемоглобина до $92,5 \pm 5,8$ г/л, количества эритроцитов до $5,72 \pm 0,38 \times 10^{12}$ /л и гематокрита до $26,5 \pm 1,8$ % по сравнению с контрольной группой. Это указывает на развитие умеренно выраженного анемического синдрома на фоне ламинита, при этом средние значения эритроцитарных индексов (МСН, МСV, МСНС) достоверно не изменялись ($p > 0,05$), что свидетельствует о нормохромном нормоцитарном характере анемии.

В белой крови животных опытной группы выявлен статистически значимый ($p < 0,01$) лейкоцитоз ($12,8 \pm 1,6 \times 10^9$ /л против $8,4 \pm 1,1 \times 10^9$ /л в контроле), сопровождающийся перестройкой лейкоцитарной формулы. Зарегистрирован выраженный относительный гранулоцитоз ($71,9 \pm 4,6$ %, $p < 0,01$) и резкое снижение относительного количества лимфоцитов по данным автоматического подсчета (до $18,8 \pm 2,2$ %, $p < 0,01$) при одновременном падении их абсолютного содержания. Ручной подсчет мазков подтвердил левый регенеративный сдвиг ядра, выражающийся в повышении доли палочкоядерных нейтрофилов до $2,8 \pm 0,9$ % ($p < 0,01$), а также выявил высокодостоверный моноцитоз ($11,2 \pm 1,8$ %, $p < 0,01$) и умеренное увеличение эозинофилов до $4,8 \pm 1,5$ % ($p < 0,01$).

Особый интерес представляет индивидуальный анализ животных опытной группы. У коров с наиболее тяжелой степенью хромоты (4 балла) зафиксированы максимальные отклонения: так, у трех животных в активной фазе болезни гемоглобин снижался до 82–84 г/л, гематокрит – до 23–24 %, а относительное содержание гранулоцитов достигало 74–76 % на фоне выраженной лимфопении (13–15 %). У одного животного из опытной группы была зарегистрирована выраженная эозинофилия (до 18 %), что указывает на высокую степень аллергизации организма или скрытую индивидуальную гиперреактивность.

В противоположность этому, у 5 коров опытной группы, обследованных на стадии выздоровления (через 10–14 дней после начала лечения), гематологический профиль демонстрировал явную положительную динамику. Средний уровень гемоглобина у них восстановился до $98,4 \pm 3,2$ г/л, гематокрит повысился до $28,6 \pm 1,1$ %, а лейкоцитарная формула характеризовалась снижением доли гранулоцитов до $48,2 \pm 2,4$ % и увеличением лимфоцитов до $35,4 \pm 1,8$ %, что свидетельствует об угасании системной воспалительной реакции и нормализации иммунореактивности организма коров в процессе регенерации тканей копыт.

Обсуждение. Полученные в ходе контролируемого эксперимента результаты убедительно доказывают, что ламинит копыт у молочных коров сопровождается закономерными системными изменениями морфологического состава крови, отражающими глубину патологического процесса и степень эндогенной интоксикации. Наличие контрольной группы из 15 здоровых коров позволило верифицировать и доказать статистическую достоверность выявленных гематологических сдвигов, исключив влияние факторов внешней среды и особенностей кормления, поскольку все животные находились в абсолютно идентичных условиях содержания.

Выявленное достоверное снижение гемоглобина, эритроцитов и гематокрита у коров с ламинитом указывает на развитие анемического синдрома. В ветеринарной практике анемия при хрони-

ческих воспалительных процессах (анемия воспаления) является распространенным феноменом. Ее патогенез обусловлен гиперпродукцией провоспалительных цитокинов (в частности, IL-6), которые стимулируют синтез гепсидина – ключевого регулятора обмена железа. Гепсидин блокирует экспорт железа из макрофагального депо и эритроцитов, что приводит к ограничению доступности железа для эритропоэза при его достаточном общем количестве в организме (функциональный дефицит железа). Кроме того, воспалительные медиаторы укорачивают продолжительность жизни эритроцитов и напрямую угнетают чувствительность эритроидных предшественников к эритропоэтину [11; 13]. Снижение кислородтранспортной емкости крови при анемии неизбежно усугубляет ишемию и гипоксию в тканях копыта, нарушая процессы кератинизации и замедляя заживление поражений [10].

Наиболее демонстративные изменения коснулись лейкоцитарного профиля коров. Развитие статистически значимого нейтрофильного лейкоцитоза с регенеративным левым сдвигом ядра (повышение палочкоядерных нейтрофилов) и выраженным относительным гранулоцитозом свидетельствует об активной мобилизации гранулоцитарного роста костного мозга в ответ на локальный воспалительно-деструктивный процесс в копытах. Нейтрофилы первыми мигрируют в очаг альтерации, выполняя фагоцитарную функцию и выделяя активные формы кислорода, лизосомальные ферменты и медиаторы воспаления, что при хроническом течении ламинита может приводить к дальнейшему повреждению основы кожи копыта [11].

Сопутствующий высокодостоверный моноцитоз ($11,2 \pm 1,8$ % в опыте против $3,8 \pm 0,7$ % в контроле) отражает переход воспаления в затяжную фазу, требующую активного участия макрофагов в фагоцитозе тканевого детрита, очищении очага поражения и стимуляции ангиогенеза и фиброплазии [7; 13]. Относительная лимфопения ($18,8 \pm 2,2$ %), зарегистрированная у больных коров, является следствием перераспределительных процессов на фоне физиологического стресса и гиперкортизолемии, индуцированных выраженным болевым синдромом. Глюкокортикоиды вызывают секвестрацию лимфоцитов в лимфоидных органах и индуцируют их апоптоз, что клинически проявляется резким снижением доли лимфоцитов в циркулирующей крови [11; 12].

Касательно умеренно выраженной эозинофилии, зафиксированной в опытной группе на достоверно более высоком уровне по сравнению с контрольной ($4,8 \pm 1,5$ % против $3,1 \pm 0,8$ %, $p < 0,01$), необходимо отметить следующее. Хотя выраженная эозинофилия (вплоть до 18 % у отдельного животного опытной группы) традиционно ассоциируется с аллергическими процессами, паразитарными инвазиями или дерматитами, регулярные диагностические обследования и ветеринарные обработки в хозяйстве ТОО «Астам и К» не подтвердили наличие у животных гельминтозов или аллергических патологий. Вероятно, умеренная эозинофилия при ламините отражает фазу иммунологической перестройки и сенсibilизации организма продуктами распада тканей копыта, а у отдельных коров – индивидуальные особенности иммунореактивности организма на хроническую интоксикацию.

Сравнительный анализ состояния коров в динамике показал, что проведение комплексной терапии, включавшей ортопедическую расчистку, ножные ванны и нестероидные противовоспалительные средства (кетопрофен), приводит к быстрому купированию локального воспаления и боли. Это отражается в постепенной нормализации гематологических показателей (рост гемоглобина, снижение лейкоцитоза, исчезновение палочкоядерного сдвига и восстановление нормального соотношения гранулоцитов и лимфоцитов). Таким образом, показатели клинического анализа крови тесно коррелируют с тяжестью течения болезни и могут использоваться как объективный критерий терапевтического мониторинга.

Несмотря на высокую достоверность полученных данных благодаря вовлечению 30 коров (опытная и контрольная группы по 15 голов) и строго контролируемым условиям, настоящее исследование имеет определенные ограничения. Оно проводилось в рамках одного хозяйства на животных одной возрастной группы и породы. Влияние других факторов, таких как стадия лактации, сезон года и различные технологические схемы содержания, на гематологический профиль коров при ламините требует дальнейшего изучения. Будущие многоцентровые исследования позволят расширить полученные результаты и уточнить границы диагностических биомаркеров.

Заключение

Проведенные исследования показали, что ламинит копыт у коров голштинской породы сопровождается развитием выраженной системной воспалительной реакции и умеренным анемическим синдромом. Установлено статистически значимое ($p < 0,01$) снижение показателей красной крови (гемоглобина, эритроцитов, гематокрита) и существенные изменения белой крови: выраженный гранулоцитарный лейкоцитоз с регенеративным сдвигом ядра влево, моноцитоз и относительная лимфопения. Выявленные гематологические изменения имеют высокую корреляционную связь с клинической тяжестью поражения копыт и динамикой локомоторных расстройств. Клинический анализ крови является доступным, надежным и информативным дополнительным методом, позволяющим объективно оценивать степень выраженности системного воспаления, осуществлять мониторинг клинического состояния животных и жестко контролировать эффективность проводимой ортопедической и медикаментозной терапии ламинита в условиях промышленных молочнотоварных комплексов.

У коров с ламинитом выявлен статистически значимый ($p < 0,01$) лейкоцитоз ($12,8 \pm 1,6 \times 10^9$ / л против $8,4 \pm 1,1 \times 10^9$ / л в контроле). Ручной подсчет подтвердил регенеративный сдвиг ядра влево с

замеченным повышением палочкоядерных нейтрофилов до $2,8 \pm 0,9\%$ ($p < 0,01$), выраженный моноцитоз ($11,2 \pm 1,8\%$) и относительную лимфопению ($18,8 \pm 2,2\%$). У больных животных установлено достоверное ($p < 0,01$) падение гемоглобина (до $92,5 \pm 5,8$ г/л), эритроцитов (до $5,72 \pm 0,38 \times 10^{12}/л$) и гематокрита (до $26,5 \pm 1,8\%$).

Сохранение неизменными эритроцитарных индексов (MCV, MCH, MCHC) указывает на развитие нормохромной нормоцитарной анемии воспалительного генеза. Установлен выраженный гранулоцитарный ответ, отражающий острый/подверженный хронизации локальный воспалительно-деструктивный процесс в ткани копыта. Наиболее глубокие сдвиги (снижение гемоглобина до 82-84 г/л, гематокрита до 23-24%) отмечены у коров с максимальной балльной оценкой хромоты (4 балла по Sprecher).

В подгруппе коров, проходивших комплексное лечение (ортопедическая расчистка, ножные ванны с CuSO_4 , назначение кетопрофена и антибиотикотерапия), зафиксирована явная динамика к нормализации гематологического профиля (рост гемоглобина до $98,4 \pm 3,2$ г/л, снижения доли гранулоцитов и палочкоядерных форм). Клинический (морфологический) анализ крови служит объективным, доступным и высокоинформативным дополнительным критерием для контроля за ходом воспалительного процесса, тяжестью патологии и качеством проводимых терапевтических мероприятий на промышленных молочных комплексах.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Roche S.M. Invited review: Prevalence, risk factors, treatment, and barriers to best practice adoption for lameness and injuries in dairy cattle—A narrative review [Text] / S.M. Roche, D.L. Renaud, J. Saraceni, D.F. Kelton, T.J. DeVries // Journal of Dairy Science. – 2024. – Vol. 107. – Issue 6. – P. 3347–3366.
2. Urban-Chmiel R. Lameness in Cattle—Etiopathogenesis, Prevention and Treatment [Text] / R.Urban-Chmiel [and others] // Animals. – 2024. – Vol. 14. – Issue 12. – Article 1836.
3. Kour H. A review of lameness in dairy cattle: Causes, impacts and prevention [Text] / H. Kour [and others] // International Journal of Advanced Biochemistry Research. – 2026. – Vol. 10. – Issue 1. – Part C. – P. 216–222.
4. Dolecheck K., Bewley J. Animal board invited review: Dairy cow lameness expenditures, losses and total cost [Text] / K. Dolecheck, J. Bewley // Animal. – 2018. – vol. 12, iss. 7, pp. 1462-1474.
5. Oehm A.W. A Systematic review and meta-analyses of risk factors associated with lameness in dairy cows [Text] / A.W. Oehm [and others] // BMC Veterinary Research. – 2019. – Vol. 15. – Article 346.
6. Moreira T.F. Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil [Text] / T.F. Moreira [and others] // Journal of Dairy Science. – 2019. – Vol. 102. – Issue 11. – P. 10369–10378.
7. Юсупов С.А. Этиология, методы диагностики, лечения и профилактики болезней пальцев и копыт крупного рогатого скота [Text] / С.А. Юсупов, Д.А. Хузин, Г.Н. Нигматулин, А.М. Трemasова, Д.М. Зиганшина, П.В. Быкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (195). – С. 76–82.
8. Passos L.T., Bettencourt A.F., Ritt L.A., Andrighetto M.E.C., Fischer V. Potential relationship between rumen acidosis and laminitis in cattle: a systematic review [Text] / Veterinary Sciences. – 2023. – Vol. 161. – Article 373, pp. 110-117.
9. Квочко, А.Н. Диагностические и лечебно-профилактические мероприятия при поражении конечностей у крупного рогатого скота: учеб.-метод. пособие [Text] / А.Н. Квочко, С.В. Тимофеев, П.А. Хоришко. – Ставрополь: Изд-во Ставропольского государственного аграрного университета. – 2010. – 152 с.
10. Sadiq M.B. Potential biomarkers for lameness and claw lesions in dairy cows: A scoping review [Text] / M.B. Sadiq [and others] // Journal of Dairy Research. – 2024. – Vol. 91. – Issue 2. – P. 202–210.
11. O'Driscoll, K. Differences in leukocyte profile, gene expression, and metabolite status of dairy cows with or without sole ulcers [Text] / K. O'Driscoll, M. McCabe, B. Earley // Journal of Dairy Science. – 2015. – Vol. 98. – Issue 3. – P. 1685–1695.
12. Tadich N. Nociceptive threshold, blood constituents and physiological values in 213 cows with locomotion scores ranging from normal to severely lame [Text] / N. Tadich, C. Tejada, S. Bastias, C. Rosenfeld, L.E. Green // The Veterinary Journal. – 2013. – Vol. 197. – Issue 2. – P. 401–405.
13. The changes of inflammatory mediators and vasoactive substances in dairy cows' plasma with pasture-associated laminitis [Text] / BMC Veterinary Research. – 2020. – Vol. 16. – Article 119.
14. Кузнецов, А.Ф. Крупный рогатый скот: содержание, кормление, болезни: диагностика и лечение: учеб. пособие для вузов [Text] / А.Ф. Кузнецов, А.А. Стекольников, И.Д. Алемайкин [и др.]. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 752 с.
15. Sadiq, M.B. Preventive hoof trimming and animal-based welfare measures influence the time to first lameness event and hoof lesion prevalence in dairy cows [Text] / M.B. Sadiq, S.Z. Ramanoon, W.M.M. Shaik Mossadeq, R. Mansor, S.S. Syed-Hussain // Frontiers in Veterinary Science. – 2021. – Vol. 8. – Article 631844.

16. Sadiq, M.B. Treatment modalities for claw horn lesions and their effects on locomotion scores, gait properties, lesion progression, and nociceptive threshold in dairy cows: A systematic review [Text] / M.B. Sadiq, S.Z. Ramanoon, S.S. Syed-Hussain, R. Mansor, W.M.M. Shaik Mossadeq, N. Yimer Degu // *Research in Veterinary Science*. – 2024. – Vol. 181. – Article 105448.

REFERENCES:

1. Roche S.M. Invited review: Prevalence, risk factors, treatment, and barriers to best practice adoption for lameness and injuries in dairy cattle—A narrative review. *Journal of Dairy Science*, 2024, vol. 107, iss. 6, pp. 3347–3366.
2. Urban-Chmiel R. Lameness in Cattle—Etiopathogenesis, Prevention and Treatment. *Animals*, 2024, vol. 14, iss. 12, art. 1836.
3. Kour H. A review of lameness in dairy cattle: Causes, impacts and prevention. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 2026, vol. 10, iss. 1, pp. 216–222.
4. Dolecheck K., Bewley J. Animal board invited review: Dairy cow lameness expenditures, losses and total cost. *Animal*, 2018, vol. 12, iss. 7, pp. 1462–1474.
5. Oehm A.W. A systematic review and meta-analyses of risk factors associated with lameness in dairy cows. *BMC Veterinary Research*, 2019, vol. 15, art. 346.
6. Moreira T.F., Knubben-Schweizer G., Rieger A., Stoll A., Hartnack S. Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of Dairy Science*, 2019, vol. 102, iss.11, pp. 10369–10378.
7. Yusupov S.A., Huzin D.A., Nigmatulin G.N., et al. E'tiologiya, metody' diagnostiki, lecheniya i profilaktiki boleznej pal'cev i kopy'tec krupnogo rogatogo skota [The etiology, methods of diagnosis, treatment and prevention of the diseases of digits and claws in cattle]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021, no. 1 (195), pp. 76–82. (In Russian)
8. Passos L.T., Bettencourt A.F., Ritt L.A., Andrighetto M.E.C., Fischer V. Systematic review of the relationship between rumen acidosis and laminitis in cattle. *Res. Vet. Sci.*, 2023, vol. 161, pp. 110–117.
9. Kvochko A.N., Timofeev S.V., Horishko P.A., Meshcheryakov F.A. Diagnosticheskie i lechebno-profilakticheskie meropriyatiya pri porazhenii konechnostej u krupnogo rogatogo skota [Diagnostic, therapeutic, and preventive measures for limb disorders in cattle]. *Izdatel'stvo Stavropol'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2010, 152 p. (In Russian)
10. Sadiq M.B. et al. Potential biomarkers for lameness and claw lesions in dairy cows: A scoping review. *Journal of Dairy Research*, 2024, vol. 91, iss. 2, pp. 202–210.
11. O'Driscoll K. Differences in leukocyte profile, gene expression, and metabolite status of dairy cows with or without sole ulcers. *Journal of Dairy Science*, 2015, vol. 98, iss. 3, pp. 1685–1695.
12. Tadich N. Nociceptive threshold, blood constituents and physiological values in 213 cows with locomotion scores ranging from normal to severely. *The Veterinary Journal*, 2013, vol. 197, iss. 2, pp. 401–405.
13. The changes of inflammatory mediators and vasoactive substances in dairy cows' plasma with pasture-associated laminitis. *BMC Veterinary Research*, 2020, vol. 16, art. 119.
14. Kuznecov A.F. Krupny'j rogay'j skot: sodержanie, kormlenie, bolezni: diagnostika i lechenie: ucheb. posobie dlya vuzov [Cattle: housing, feeding, diseases: diagnosis and treatment: textbook]. St. Petersburg, Lan, 2024, 752 p. (In Russian)
15. Sadiq M.B. Preventive hoof trimming and animal-based welfare measures influence the time to first lameness event and hoof lesion prevalence in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 2021, vol. 8, art. 631844.
16. Sadiq M.B. Treatment modalities for claw horn lesions and their effects on locomotion scores, gait properties, lesion progression, and nociceptive threshold in dairy cows: A systematic review. *Research in Veterinary Science*, 2024, vol. 181, art. 105448.

Дата поступления: 13 мая 2026 г. Принято: 22 июня 2026 г.

Опубликовано: 30 сентября 2026 г.

Сведения об авторах:

Хасанова Мадина Асылхановна* – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110005, г. Костанай, мкрн. Юбилейный 28, кв.37, тел.: 87082968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Волохович Артем Анатольевич – магистрант первого года обучения по специальности ветеринария НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110005, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1 8, тел.: 87056231951, e-mail: v.a.artemka.w@mail.ru.

Хасанова Мадина Асылхановна* – PhD, докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ., Юбилейный ш/а 28, 37 пәтер, тел.: 87082968802 e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Волохович Артем Анатольевич – «Ветеринария» білім беру бағдарламасы бойынша 1-курс магистранты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ., Маяковский көш, 99/1-8, тел.: 87056231951, e-mail: v.a.artemka.w@mail.ru.

Khassanova Madina Assylkhanovna* – PhD, Associate Professor, Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110005, Kostanay, Yubilenyi micro district, bld. 28, apt. 37, tel.: 87082968802, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Volokhovich Artyom Alexandrovich – First-year Master's student (Vet.Med.), Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110005, Kostanay, 99/1-8 Mayakovskiy Str., tel.: 87056231951, e-mail: v.a.artemka.w@mail.ru.