



Роль острых респираторных заболеваний в патогенезе инфекций дистального отдела конечностей крупного рогатого скота

А. Д. Алексеев¹, О. Г. Петрова², М. И. Барашкин³, И. М. Мильштейн⁴, В. Д. Москвин⁵

ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Уральский ГАУ), г. Екатеринбург, Россия

¹ ORCID 0000-0002-0418-4498, e-mail: alekseev.urgau@mail.ru

² ORCID 0000-0003-3105-1751, e-mail: super.kafedra2013@yandex.ru

³ ORCID 0000-0002-8865-3027, e-mail: dekanatvet@yandex.com

⁴ ORCID 0000-0001-6293-718X, e-mail: 4u4@bk.ru

⁵ ORCID 0000-0002-0450-6987, e-mail: vsloth@mail.ru

РЕЗЮМЕ

По современным представлениям ацидоз рубца и метаболический ацидоз являются следствием кормления крупного рогатого скота преимущественно консервированными кислыми кормами, такими как силос и сенаж. Вместе с тем погрешности в кормлении не единственный этиологический фактор, приводящий к ацидозу. В ряде случаев у крупного рогатого скота метаболический ацидоз может развиваться на фоне респираторной патологии, вызываемой вирусными и бактериальными агентами. Основными патологическими процессами, вызываемыми острыми респираторными заболеваниями крупного рогатого скота, являются бронхиты, трахеиты и пневмонии. При поражении респираторного тракта в организме животных возникает гипоксия, что ведет к развитию эндогенной интоксикации, приводящей к ацидозу рубца, в результате чего в кровь поступают сосудисто-активные вещества (эндотоксины бактерий, гистамин, лактат), за счет одновременного расширения артериол и сжатия венул повреждается эндотелий сосудов, наблюдается перфузия из сосудов в окружающие ткани жидкости крови, нарушается кровоток в микроциркуляторном русле. Немаловажную роль в нарушении циркуляции крови в мелких кровеносных сосудах играют циркулирующие иммунные комплексы, представляющие собой комплекс антиген – антитело. Низкомолекулярные циркулирующие иммунные комплексы, оседая в разнообразных органах и тканях организма, приводят к воспалению и повреждают нормальную структуру тканей. Наиболее часто иммунные комплексы поражают эндотелий кровеносных сосудов, почечные клубочки и суставы. У крупного рогатого скота в первую очередь поражаются сосуды дистального отдела конечностей, что ведет к нарушению трофики кожи конечностей и копытцев, развивается ламинит, при этом копытный рог слабо кератинизирован и не может противостоять агрессивным механическим и химическим факторам внешней среды. Поврежденные копытца являются воротами инфекции для возбудителей некробактериоза (*Fusobacterium necrophorum*), стафилококкоза (*Staphylococcus* spp.), стрептококкоза (*Streptococcus* spp.) и других патогенов. Кроме того, благоприятные условия для развития микст-инфекции создаются за счет снижения общей резистентности организма, что отмечается как при респираторной патологии, так и при патологии дистального отдела конечностей.

Ключевые слова: острые респираторные заболевания крупного рогатого скота, инфекции дистального отдела конечностей крупного рогатого скота, некробактериоз, стафилококкоз, стрептококкоз, пастереллез, инфекционный ринотрахеит КРС, вирусная диарея КРС, парагрипп-3 КРС, респираторно-синцициальная инфекция КРС

Благодарность: Финансирование работы проводилось за счет хозяйственных договоров в рамках программы «Усовершенствование системы профилактики инфекционных болезней животных».

Для цитирования: Алексеев А. Д., Петрова О. Г., Барашкин М. И., Мильштейн И. М., Москвин В. Д. Роль острых респираторных заболеваний в патогенезе инфекций дистального отдела конечностей крупного рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2021; 10 (3): 190–196. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-3-38-190-196.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Петрова Ольга Григорьевна, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры инфекционной и различной патологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, e-mail: super.kafedra2013@yandex.ru.

Role of acute respiratory diseases in pathogenesis of distal limb infections in cattle

A. D. Alekseev¹, O. G. Petrova², M. I. Barashkin³, I. M. Milshtein⁴, V. D. Moskvina⁵

FSBEI HE "Urals State Agrarian University" (FSBEI HE Ural SAU), Ekaterinburg, Russia

¹ ORCID 0000-0002-0418-4498, e-mail: alekseev.urgau@mail.ru

² ORCID 0000-0003-3105-1751, e-mail: super.kafedra2013@yandex.ru

³ ORCID 0000-0002-8865-3027, e-mail: dekanatvet@yandex.com

⁴ ORCID 0000-0001-6293-718X, e-mail: 4u4@bk.ru

⁵ ORCID 0000-0002-0450-6987, e-mail: vsloth@mail.ru

SUMMARY

According to current concepts, ruminal and metabolic acidosis occur due to feeding cattle mainly with preserved acidic feeds such as silage and haylage. However, errors in feeding are not the only etiological factor leading to acidosis. In some cases, metabolic acidosis in cattle can develop along with respiratory infection caused by viral and bacterial agents. The main pathological processes resulting from acute respiratory diseases of cattle are bronchitis, tracheitis and pneumonias. When the respiratory tract is affected in cattle, hypoxia occurs, causing intoxication and, thus, leading to ruminal acidosis. As a result, vasoactive substances (bacterial endotoxins, histamine, lactate) enter the bloodstream, the vascular endothelium is damaged due to the simultaneous expansion of arterioles and compression of venules, blood fluid is perfused from the vessels into the surrounding tissues, the blood flow in the microcirculatory bed is disrupted. An important role in the disturbance of blood circulation in small blood vessels is played by circulating immune complexes representing the «antigen-antibody» complex. Low molecular weight circulating immune complexes settle in various organs and tissues of the body, lead to inflammation and damage the normal tissue structure. Most frequently, immune complexes affect the endothelium of blood vessels, renal glomeruli and joints. Distal limb vessels are primarily affected in cattle, leading to disturbance of skin trophism of the limbs and hooves, development of laminitis, while the hoof horn is weakly keratinized and cannot resist aggressive mechanical and chemical environmental factors. Damaged hooves are the gateway of infection for the agents of necrobacteriosis (*Fusobacterium necrophorum*), staphylococcosis (*Staphylococcus* spp.), streptococcosis (*Streptococcus* spp.) and other pathogens. In addition, favorable conditions evolve for the development of mixed infection due to reduction in the overall organism resistance, which is observed for both respiratory and distal limb infections.

Keywords: acute respiratory diseases of cattle, distal limb infections of cattle, necrobacteriosis, staphylococcosis, streptococcosis, pasteurellosis, bovine infectious rhinotracheitis, bovine viral diarrhea, bovine parainfluenza-3, bovine respiratory syncytial infection

Acknowledgement: The research was funded through the commercial contracts in the framework of the Program "Improvement of the system of animal infectious disease prevention".

For citations: Alekseev A. D., Petrova O. G., Barashkin M. I., Milshtein I. M., Moskvina V. D. Role of acute respiratory diseases in pathogenesis of distal limb infections in cattle. *Veterinary Science Today*. 2021; 10 (3): 190–196. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-3-38-190-196.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For correspondence: Olga G. Petrova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Professor of the Department of Infectious and Non-infectious Pathology, FSBEI HE "Urals State Agrarian University", 620075, Russia, Ekaterinburg, K. Liebknecht, 42, e-mail: super.kafedra2013@yandex.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Заболевания конечностей у крупного рогатого скота при интенсивном ведении животноводства встречаются довольно часто и иногда приобретают массовый характер. Основными причинами являются грубые нарушения кормления и содержания животных, а также респираторные болезни инфекционной этиологии.

По нашим наблюдениям, в 25,4% случаев респираторная патология у коров ассоциируется с инфекциями дистального отдела конечностей, прежде всего с некробактериозом, стрептококкозом и стафилококкозом, которые наносят экономический ущерб за счет снижения продуктивности и выбраковки до 30% высокопродуктивных животных [1, 2].

Одним из факторов, влияющих на развитие инфекций дистального отдела конечностей у КРС, являются острые инфекции респираторного тракта, такие как инфекционный ринотрахеит (ИРТ КРС), вирусная диарея (ВД КРС), парагрипп-3 (ПГ-3 КРС), респираторно-синцициальная инфекция (РСИ КРС), пастереллез, хламидиоз, сальмонеллез. Хозяйства, в которых регистрировались вспышки некробактериоза, были неблагоприятны по респираторным инфекциям крупного рогатого скота.

Целью исследований являлось теоретическое и практическое обоснование патогенетической роли острых респираторных заболеваний при инфекциях дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе кафедры инфекционной и незаразной патологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» и сельскохозяйственных предприятий Уральского региона в период с 2014 по 2021 г. В работе применяли эпизоотологический, патоморфологический, иммунологический и бактериологический методы исследований.

Эпизоотическая обстановка по острым респираторным заболеваниям оценивалась статистическим методом – изучались годовые отчеты информационно-аналитического центра Управления ветнадзора Россельхознадзора (ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных»), БУ Удмуртской Республики «Удмуртский ветеринарно-диагностический центр», ФГБУ «Челябинская межобластная ветеринарная лаборатория», ГБУ Свердловской области «Свердловская областная ветеринарная лаборатория».

Объектами изучения были крупный рогатый скот, выращиваемый в условиях промышленного производства (привязное содержание), кровь, сыворотка крови, соскобы с копыт, а также патологический материал, полученный от вынужденно убитого 14-суточного теленка с признаками пневмонии (кусочки легкого и бронхиальные лимфатические узлы).

Патологический материал от вынужденно убитого теленка фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина, заливали парафином и готовили гистологические препараты по общепринятой методике. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, а также по методу Ван Гизона, затем подвергали световой микроскопии по общепринятой методике.

Материалом для иммунологических исследований являлась кровь коров и телят. Оценку количества циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в сыворотке крови осуществляли методом иммунопреципитации в 4%-м растворе полиэтиленгликоля (ПЭГ-6000) с последующим фотометрированием на спектрофотометре СФ-2000 (ООО «ОКБ Спектр», Россия).

Бактериологические исследования проводились по общепринятым методикам.

Цифровые данные эпизоотологических и лабораторных исследований обработаны методами математической статистики, принятыми в биологии и медицине. Достоверность результатов определяли путем статистической обработки с помощью парного *t*-критерия Стьюдента. Результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Обработку полученных статистических и экспериментальных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel, входящей в офисный пакет Microsoft Office.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Острые респираторные заболевания (ОРЗ) в инфекционной патологии крупного рогатого скота Урала занимают второе место после заболеваний желудочно-кишечного тракта инфекционной этиологии [1]. Наибольшее распространение инфекционных болезней респираторного тракта зарегистрировано у животных

на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики, где ведущее место в нозологической картине патологий дыхательной системы инфекционной природы по количеству неблагополучных пунктов занимают: пастереллез – 41,5%, ПГ-3 КРС – 16,7%, хламидиоз – 14,1%, ВД КРС – 11,8%, ИРТ КРС – 10,6%, РСИ КРС – 5,3% [2, 3].

В животноводческих хозяйствах Челябинской области зарегистрированы: пастереллез – 46,3%, ИРТ КРС – 21,9%, ВД КРС – 12,3%, хламидиоз – 7,3%, ПГ-3 КРС – 7,3%, РСИ КРС – 4,9%. В Свердловской области в хозяйствах по разведению КРС выявлены: пастереллез – 63,7%, ПГ-3 КРС – 14,9%, ВД КРС – 8,5%, ИРТ КРС – 7,4%, хламидиоз – 5,5% (табл. 1).

При проведении оценки распространенности РСИ КРС в животноводческих предприятиях Уральского экономического региона установлено, что в общей инфекционной патологии респираторного тракта КРС частота выявления данного заболевания в Удмуртской Республике составляет 5,3%, в Челябинской области – 4,9%. В Свердловской области, по данным ГБУ СО «Свердловская областная ветеринарная лаборатория», РСИ КРС не регистрировалась [4, 5].

Серологические, молекулярно-биологические, микробиологические и иммунологические исследования свидетельствуют о широком участии в респираторной патологии возбудителей разных таксономических групп. Наиболее часто выявляются ассоциации РСИ КРС с ИРТ КРС, пастереллезом и другими инфекционными агентами (табл. 2, 3).

В крупных животноводческих хозяйствах молочно-го направления выявление сероконверсии к РСИ КРС зависело от уровня инфицированности животных вирусом ИРТ КРС и возбудителем пастереллеза, а также наличия в стадах особей, латентно инфицированных респираторно-синцитиальным вирусом. При этом уровень зараженности животных вирусом ИРТ КРС составил от 10,6 до 21,9%, пастереллезом – от 41,5 до 46,3% [5].

Различий в географическом распространении болезни среди крупного рогатого скота различных возрастов нами не установлено. Наибольшее количество положительных серологических реакций к вирусам ИРТ КРС, ВД КРС, РСИ КРС и раневым инфекциям дистальных отделов конечностей КРС получено в крупных животноводческих хозяйствах молочного направления с высокой концентрацией поголовья и молочной продуктивностью стада. Инфицированность крупного рогатого скота в средних и мелких животноводческих хозяйствах была ниже, однако при повышении молочной продуктивности она возрастала, а вместе с ней увеличивался риск возникновения респираторных заболеваний, протекающих с участием данных инфекционных агентов. Распространению болезней способствовали скученное содержание животных и наличие в стаде латентных вирусоносителей [4].

Результатами различных исследований было доказано, что спектр инфекционных агентов, вызывающих заразные заболевания респираторного тракта крупного рогатого скота и раневые инфекции дистальных отделов конечностей, достаточно широк. Инфекции бактериальной этиологии часто являются вторичными, но могут протекать как сопутствующие или самостоятельные. Это зависит от концентрации животных в животноводческих помещениях, наличия или отсут-

Таблица 1
Процент неблагополучных по острым респираторным заболеваниям крупного рогатого скота инфекционной этиологии животноводческих предприятий

Table 1
Rate of acute respiratory infections in cattle at livestock establishments

Заболевание	Удмуртская Республика, %	Челябинская область, %	Свердловская область, %
Пастереллез	41,5	46,3	63,7
Хламидиоз	14,1	7,3	5,5
ПГ-3 КРС	16,7	7,3	14,9
ВД КРС	11,8	12,3	8,5
ИРТ КРС	10,6	21,9	7,4
РСИ КРС	5,3	4,9	–

Разница достоверна $p \leq 0,05$ (The difference is reliable $p \leq 0.05$).

ствия специфической вакцинопрофилактики вирусных и бактериальных инфекций, а также внутрихозяйственных факторов. В связи с этим при планировании противозооотических мероприятий крайне необходимо проводить весь комплекс лабораторных диагностических исследований (вирусологических, бактериологических) с целью расшифровки нозологической структуры конкретной вспышки респираторных инфекций и определения этиологической роли каждого инфекционного патогена.

При гистологическом исследовании патологического материала (легкое и бронхиальные лимфатические узлы), отобранного в одном из животноводческих хозяйств Челябинской области от вынужденно убитого 14-суточного теленка с признаками респираторного заболевания, были установлены признаки пневмонии, характерной для пастереллеза (рис. 1, 2), в тканях легких обнаружены синцитии, что является диагностическим признаком РСИ КРС (рис. 3, 4) [3, 4, 5].

По результатам гистологического исследования было сделано заключение: характер процессов, обнаруженных в исследуемых препаратах, соответствует ассоциированной вирусно-бактериальной инфекции (РСИ КРС + пастереллез) [3, 4, 5]. Данный диагноз был подтвержден лабораторными методами исследований (материалы не включены в данную статью).

Кроме инфекций дыхательной системы в хозяйстве, где проводились исследования, у животных была зарегистрирована инфекционная патология дистального отдела конечностей. При бактериологическом исследовании соскобов с копытцев коров был выделен возбудитель некробактериоза – *Fusobacterium necrophorum*.

Таким образом, в данном хозяйстве была зарегистрирована микст-инфекция – неблагополучие по острым респираторным заболеваниям инфекционной этиологии в ассоциации с раневой инфекцией дистального отдела конечностей (РСИ КРС + пастереллез + некробактериоз).

На следующем этапе работы определяли концентрацию ЦИК в крови стельных коров за два месяца до отела и телят в возрасте 1 мес. (табл. 4). Как видим, концентрация ЦИК у коров и телят была выше физиологической нормы, что является признаком недостаточной элиминации их из организма и повышает риск осаждения этих комплексов в нормальных тканях. Немаловажным патогенетическим фактором развития раневых инфекций дистального отдела конечностей КРС в ряде случаев являются острые респираторные инфекции.

По современным представлениям ацидоз рубца и, как следствие, метаболический ацидоз являются результатом кормления крупного рогатого скота преимущественно консервированными кислыми кормами, такими как силос и сенаж [6–10]. Целлюлозолитические бактерии (*Ruminococcus* и др.), а также грибы семейства *Neocallimastigaceae* чувствительны к рН среды: кислая среда угнетает их рост, и поэтому целлюлазная активность содержимого рубца уменьшается. Желудочно-кишечный тракт коровы перестает переваривать клетчатку, резко снижается усвояемость рациона. Кислая среда также подавляет рост бактерий *Streptococcus bovis*, которые являются представителем микробиома рубца жвачных, участвуют в расщеплении пектина, белка и крахмала и тем самым способствуют закислению среды. *Streptococcus bovis* замещается молочно-

кислыми бактериями рода *Lactobacillus*, более устойчивыми к кислой среде. Подобные условия являются благоприятными для размножения в рубце бактерии *Fusobacterium necrophorum*, которая может попадать в кровотоки, а также других микроорганизмов, способных вырабатывать токсины.

Вместе с тем погрешности в кормлении не являются единственным этиологическим фактором, приводящим к ацидозу. Так, рядом авторов установлено, что на фоне возникновения респираторной патологии, вызванной вирусными и бактериальными агентами, у крупного рогатого скота развивается ацидоз [8, 9, 11, 12].

Основными патологическими процессами в дыхательных путях, вызываемыми ОРЗ КРС, являются бронхиты, трахеиты и пневмонии. При поражении

Таблица 2
Вирусно-бактериальные ассоциации РСИ КРС на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики

Table 2
Viral and bacterial associations of BRSV in livestock establishments of the Republic of Udmurtia

Вирусно-бактериальные ассоциации РСИ КРС в Удмуртской Республике	Процент от общего количества неблагополучных по ОРЗ пунктов, %
РСИ КРС + пастереллез + хламидиоз	1,8
РСИ КРС + ИРТ КРС + пастереллез	1,6
РСИ КРС + пастереллез	1,6
РСИ КРС + ИРТ КРС + ВД КРС + пастереллез	1,5
РСИ КРС + ИРТ КРС + пастереллез + хламидиоз	1,4
РСИ КРС + ИРТ КРС + ВД КРС + пастереллез + хламидиоз	0,8
РСИ КРС + ИРТ КРС + ВД КРС + хламидиоз	0,8
РСИ КРС + ИРТ КРС + ВД КРС	1,5
РСИ КРС + ВД КРС + пастереллез	0,5
РСИ КРС + ИРТ КРС + ПГ-3 КРС + пастереллез	0,4

Разница достоверна $p \leq 0,05$ (The difference is reliable $p \leq 0.05$).

Таблица 3
Вирусно-бактериальные ассоциации РСИ КРС на сельскохозяйственных предприятиях Челябинской области

Table 3
Viral and bacterial associations of BRSV in livestock establishments of the Chelyabinsk Oblast

Вирусно-бактериальные ассоциации РСИ КРС в Челябинской области	Процент от общего количества неблагополучных по ОРЗ пунктов, %
РСИ КРС + ИРТ КРС + пастереллез	4,9
РСИ КРС + ИРТ КРС + ВД КРС + ПГ-3 КРС + пастереллез + хламидиоз	2,4

Разница достоверна $p \leq 0,05$ (The difference is reliable $p \leq 0.05$).

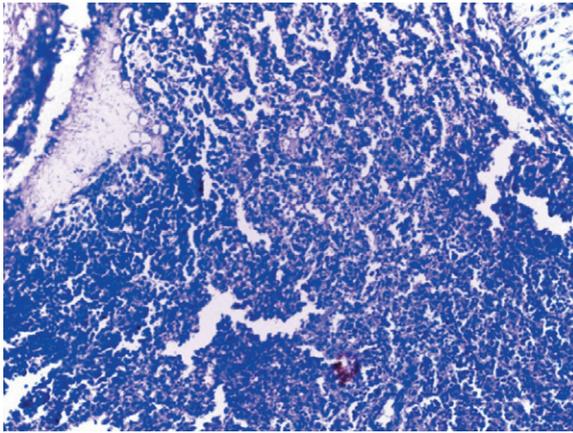


Рис. 1. Очаги гнойной пневмонии (окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 200$)

Fig. 1. Foci of purulent pneumonia (hematoxylin – eosin staining, magnification 200 \times)

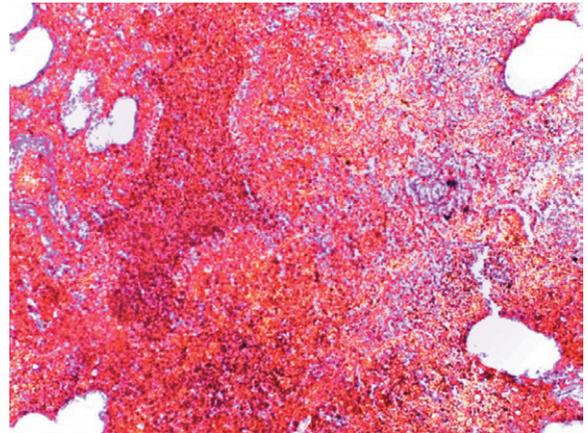


Рис. 2. Очаговая геморрагическая пневмония (окраска по Ван Гизону, ув. $\times 200$)

Fig. 2. Focal hemorrhagic pneumonia (staining according to Van Gizon, magnification 200 \times)

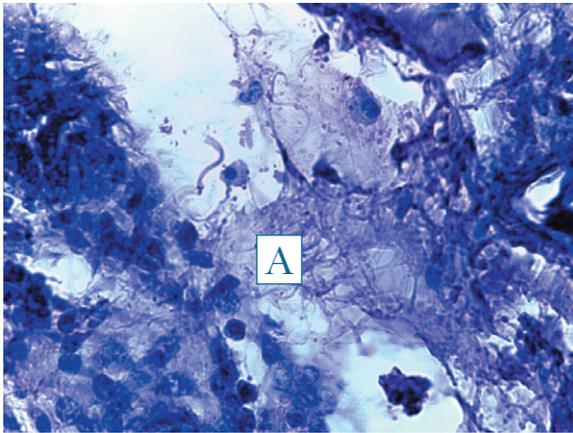


Рис. 3. Макрофаги в легком и синцитии (A), характерные для респираторно-синцитиальной инфекции (окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 630$)

Fig. 3. Macrophages in the lung and syncytia (A), characteristic of respiratory syncytial infection (hematoxylin – eosin staining, magnification 630 \times)

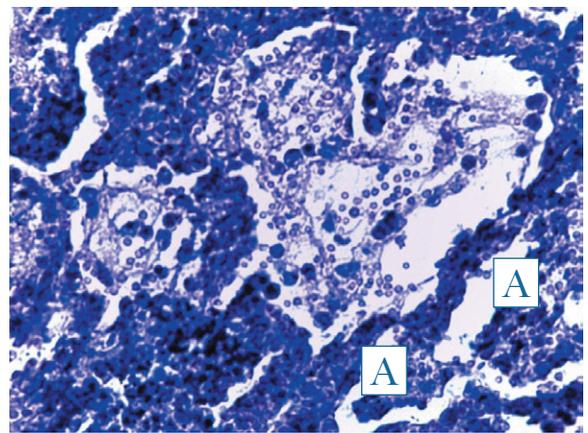


Рис. 4. Макрофаги, эритроциты и синцитии (A) в просвете альвеол, характерные для респираторно-синцитиальной инфекции (окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 400$)

Fig. 4. Macrophages, erythrocytes and syncytia (A) in the lumen of the alveoli, characteristic of respiratory syncytial infection (hematoxylin – eosin staining, magnification 400 \times)

респираторного тракта в организме животных возникает гипоксия, что ведет к развитию эндогенной интоксикации, приводящей к ацидозу рубца [11, 12], в результате чего в кровь поступают сосудисто-активные вещества (эндотоксины бактерий, гистамин, лактат) [7–10], за счет одновременного расширения артериол и сжатия венул повреждается эндотелий

сосудов, наблюдается перфузия из сосудов в окружающие ткани жидкости крови, нарушается кровоток в микроциркуляторном русле [7].

Немаловажную роль в нарушении циркуляции крови в мелких кровеносных сосудах играют ЦИК, представляющие собой комплекс антиген – антитело. Образование ЦИК – один из факторов нормального ответа иммунной системы организма на внедрение патогена. Вместе с тем повышенная концентрация ЦИК, возникающая при большой антигенной нагрузке на организм или при нарушении механизмов их элиминации из организма, ведет к патологическим изменениям в тканях и органах животных, что обусловлено высокой биологической активностью иммунных комплексов. Большинство ЦИК быстро удаляется из кровотока организма благодаря ретикулогистиоцитарной системе, которая объединяет различные гетерогенные группы клеток организма, в частности купферовские клетки, способные к активному фагоцитозу. ЦИК обладают как

Таблица 4
Концентрация циркулирующих иммунных комплексов в крови коров и телят

Table 4
Concentration of circulating immune complexes in the blood of cows and calves

Показатель	Коровы (n = 10)	Телята (n = 10)
ЦИК, у.е.	212,400 \pm 0,645	234,460 \pm 5,905

иммуностимулирующими, так и иммуносупрессивными свойствами. Наибольшее патогенное воздействие оказывают комплексы, способные активировать систему комплемента и реагировать с клетками крови, имеющими рецепторы для связывания иммуноглобулинов или комплемента. Основным механизмом повреждающего действия ЦИК является комплемент- и нейтрофилозависимым. ЦИК, связанные с комплементом, проявляют хемотаксические свойства, что ведет к скоплению нейтрофилов в очагах поражения и выходу из них гидролитических ферментов, разрушающих ткани организма. Вместе с тем ЦИК могут вызывать патологию и независимо от присутствия нейтрофилов и комплемента [13]. Низкомолекулярные ЦИК, оседая в разнообразных органах и тканях организма, приводят к воспалению и повреждают нормальную структуру тканей. Наиболее часто иммунными комплексами повреждаются эндотелий кровеносных сосудов, почечные клубочки и суставы [14].

У крупного рогатого скота в первую очередь поражаются сосуды дистального отдела конечностей, что ведет к нарушению трофики кожи конечностей и копытцев, развивается ламинит, при этом копытный рог слабо кератинизирован и не может противостоять агрессивным механическим и химическим факторам внешней среды [7, 10]. Поврежденные копытца являются воротами инфекции для возбудителей некробактериоза (*Fusobacterium necrophorum*), стафилококкоза (*Staphylococcus* spp.), стрептококкоза (*Streptococcus* spp.) и других патогенов [7, 10, 12, 15]. Кроме того, благоприятные условия для развития микст-инфекции создаются за счет снижения общей резистентности организма, что отмечается как при респираторной патологии, так и при патологии дистального отдела конечностей [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали исследования, одним из патогенетических факторов, способствующих развитию инфекций дистального отдела конечностей у КРС, являются респираторные болезни, при которых происходит снижение естественной резистентности организма с возникновением на этом фоне метаболического ацидоза.

Комплексная профилактика инфекций дистального отдела конечностей КРС должна включать в себя обязательную лабораторную диагностику острых респираторных заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (п. 1 см. REFERENCES)

- Красноперов А. С., Марьян Е. М., Забродин Е. А., Барашкин М. И., Мильштейн И. М., Пряничников В. П., Тетерев Н. Н. Заболевание копытцев у крупного рогатого скота. *БИО*. 2020; 7 (238): 26–33. eLIBRARY ID: 44074061.
- Алексеев А. Д., Петрова О. Г., Дроздова Л. И. Особенности проявления острых респираторных вирусных инфекций крупного рогатого скота в современных условиях. *Аграрный вестник Урала*. 2015; 6 (136): 38–40. eLIBRARY ID: 24000590.
- Алексеев А. Д., Петрова О. Г., Дроздова Л. И. Респираторно-синцитиальная инфекция и ее роль в патогенезе острых респираторных заболеваний крупного рогатого скота. *Medicus*. 2016; 3 (9): 31–33. eLIBRARY ID: 25957400.
- Алексеев А. Д., Петрова О. Г., Дроздова Л. И. Респираторно-синцитиальная инфекция крупного рогатого скота и ее значение в эпизоотологии острых респираторных заболеваний. *Вестник Омского ГАУ*. 2015; 4 (20): 39–44. eLIBRARY ID: 25108641.
- Балаш А., Батиз Г., Бридл Е., Чаки Т., Гомбош Ш., Куртфалви А. Содержание, кормление и важнейшие ветеринарные вопросы при разведе-

дении голштино-фризской породы скота. Под ред. Е. Бридл; пер. с венг. Я. Захар. Будапешт: Агрота; 1994. 238 с.

- Самоловов А. А., Лопатин С. В. Хромота – отражение системных метаболических болезней молочного скота. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2013; 2 (2): 76–80. Режим доступа: <https://innfoodsecr.elpub.ru/jour/article/view/29>.

- Евглевский А. А., Скира В. Н., Евглевская Е. П., Ванина Н. В., Михайлова И. И., Сулейманова Т. А., Переверзева Ю. А. Метаболический ацидоз у высокопродуктивных коров: причины, последствия, профилактика. *Ветеринария*. 2017; 5: 45–48. eLIBRARY ID: 29155246.

- Евглевский А. А., Евглевская Е. П., Михайлова И. И., Ванина Н. В., Ерыженская Н. Ф., Сулейманова Т. А. Нарушения кислотно-основного состояния в организме коров: причины, последствия, пути решения. *Ветеринарная патология*. 2017; 1 (59): 53–58. eLIBRARY ID: 29737143.

- Мельник Н. В., Самуйленко А. Я., Мельник Р. Н., Гринь С. А., Ключина В. И., Никитин А. И. и др. Некробактериоз животных. Лечение и профилактика. Под ред. акад. РАН А. Я. Самуйленко. Краснодар: КубГАУ; 2018; 279 с. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36686875_13270852.pdf.

- Алехин Ю. Н., Жуков М. С., Лебедева А. Ю. Функциональное состояние преджелудков на разных этапах развития бронхопневмонии и в посттерапевтический период у телят. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2016; 11: 13–19. eLIBRARY ID: 27257704.

- Золотарев А. И., Черницкий А. Е., Рецкий М. И. Кислотно-основное состояние и газовый состав крови у телят при бронхите. *Ветеринария*. 2013; 7: 47–52. eLIBRARY ID: 19403634.

- Магер С. Н., Деметьева Е. С. Физиология иммунной системы: учебное пособие. СПб.: Лань; 2014. 192 с.

- Мейл Д., Бростофф Дж., Рот Д. Б., Ройтт А. Иммунология. Пер. с англ. М.: Логосфера; 2007. 568 с.

- Барашкин М. И., Петрова О. Г. Особенности эпизоотологии инфекционных болезней дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота при промышленных технологиях содержания. *Аграрный вестник Урала*. 2016; 3 (145): 27–31. eLIBRARY ID: 25797139.

REFERENCES

- Petrova O. G., Barachkin M. I., Drozdova L. I., Alekseev A. D. Respiratory syncytial infection. Dissemination, relevance, problems. *Advances in Agricultural and Biological Sciences*. 2017; 3 (4): 25–34. DOI: 10.22406/aabs-17-3-4-25-34.
- Krasnoperov A. S., Maryin E. M., Zabrodin E. A., Barashkin M. I., Milshtein I. M., Pryanichnikov V. P., Teterev N. N. Diseases of the hoof in cattle [Zabolevaniya kopytcev u krupnogo rogatogo skota]. *BIO*. 2020; 7 (238): 26–33. eLIBRARY ID: 44074061. (in Russian)
- Alekseev A. D., Petrova O. G., Drozdova L. I. The particular manifestations of acute respiratory viral infections of cattle in modern conditions. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015; 6 (136): 38–40. eLIBRARY ID: 24000590. (in Russian)
- Alekseev A. D., Petrova O. G., Drozdova L. I. Respiratory syncytial infection and its role in pathogenesis of acute respiratory diseases of cattle stock. *Medicus*. 2016; 3 (9): 31–33. eLIBRARY ID: 25957400. (in Russian)
- Alekseev A. D., Petrova O. G., Drozdova L. I. Bovine respiratory syncytial infection and its importance in the epidemiology of acute respiratory disease. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 2015; 4 (20): 39–44. eLIBRARY ID: 25108641. (in Russian)
- Balash A., Batiz G., Bridl E., Chaki T., Gombosh Sh., Kurtfalvi A. Maintenance, feeding and the most important veterinary issues in the breeding of the Holstein-Friesian cattle breed. Ed. by E. Bridle; translated by Ya. Zakhar. Budapest: Agrotia; 1994. 238 p. (in Russian)
- Samolovov A. A., Lopatin S. V. Lameness – reflection of system metabolic diseases of the dairy cattle. *Innovations and Food Safety*. 2013; 2 (2): 76–80. Available at: <https://innfoodsecr.elpub.ru/jour/article/view/29>. (in Russian)
- Evglevsky A. A., Skhira V. N., Evglevskaya E. P., Vanina N. V., Mikhailova I. I., Suleimanova T. A., Pereverzeva J. A. Metabolic acidosis of high yielding cows: causes, consequences, prophylaxes. *Veterinariya*. 2017; 5: 45–48. eLIBRARY ID: 29155246. (in Russian)
- Evglevsky A. A., Evglevskaya E. P., Mikhailova I. I., Vanina N. V., Erizhenskaya N. F., Suleymanova T. A. Disturbance of acid-base balance in the cow: causes, consequences and treatment. *Veterinarnaya patologiya*. 2017; 1 (59): 53–58. eLIBRARY ID: 29737143. (in Russian)
- Melnik N. V., Samuylenko A. Ya., Melnik R. N., Grin S. A., Klyuchina V. I., Nikitin A. I., et al. Necrobacteriosis in animals. Treatment and prevention. Ed. by RAS Academician A. Ya. Samuylenko. Krasnodar: Kuban SAU; 2018; 279 p. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36686875_13270852.pdf. (in Russian)
- Alekhin Yu. N., Zhukov M. S., Lebedeva A. Yu. Functional state of proventriculi at different stages of bronchopneumonia development and

during post-treatment period in calves. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*. 2016; 11: 13–19. eLIBRARY ID: 27257704. (in Russian)

12. Zolotarev A. I., Chernitskiy A. E., Retsky M. I. Acid-base status and blood gas composition in calves with bronchitis. *Veterinariya*. 2013; 7: 47–52. eLIBRARY ID: 19403634. (in Russian)

13. Mager S. N., Dementieva E. S. Physiology of immune system: the study book. Saint Petersburg: Lan'; 2014. 192 p. (in Russian)

14. Male D., Brostoff J., Roth D., Roitt I. Immunology. 7th ed. Elsevier Ltd; 2006. 564 p.

15. Barashkin M. I., Petrova O. G. Features of the epizootiology of infectious diseases of the distal extremities of cattle in industrial technology of content. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016; 3 (145): 27–31. eLIBRARY ID: 25797139. (in Russian)

Поступила 30.04.2021

Принята в печать 26.07.2021

Received on 30.04.2021

Approved for publication on 26.07.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Алексеев Анатолий Дмитриевич, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционной и незаразной патологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург, Россия.

Петрова Ольга Григорьевна, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры инфекционной и незаразной патологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург, Россия.

Барашкин Михаил Иванович, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии, акушерства и микробиологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург, Россия.

Мильштейн Игорь Маркович, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры хирургии, акушерства и микробиологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург, Россия.

Москвин Владислав Дмитриевич, аспирант кафедры инфекционной и незаразной патологии ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург, Россия.

Anatoliy D. Alekseev, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Associate Professor, Department of Infectious and Non-infectious Pathology, FSBEI HE Ural SAU, Ekaterinburg, Russia.

Olga G. Petrova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Professor of the Department of Infectious and Non-infectious Pathology, FSBEI HE Ural SAU, Ekaterinburg, Russia.

Mikhail I. Barashkin, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Head of the Department of Surgery, Obstetrics and Microbiology, FSBEI HE Ural SAU, Ekaterinburg, Russia.

Igor M. Milshtein, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Associate Professor, Department of Surgery, Obstetrics and Microbiology, FSBEI HE Ural SAU, Ekaterinburg, Russia.

Vladislav D. Moskvina, Post-Graduate Student, Department of Infectious and Non-infectious Pathology, FSBEI HE Ural SAU, Ekaterinburg, Russia.