



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-338-343>
УДК 619:616.98:578.636.39:616-056.716



Изучение возможности внутриутробного заражения козлят вирусом артрита-энцефалита коз

В. Ю. Коптев¹, Н. А. Шкиль¹, Н. Ю. Балыбина¹, Т. Н. Беленкова²

¹ ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук» (СФНЦА РАН), р. п. Краснообск, 630501, Новосибирская обл., Россия

² ООО «ЦЕНТРПЛЕМ», ул. Электриков, 18г, г. Екатеринбург, 620091, Свердловская обл., Россия

РЕЗЮМЕ

Вирусный артрит-энцефалит коз является серьезной проблемой современного козоводства как в России, так и за рубежом. Заболевание достаточно широко распространено на территории нашей страны, нанося серьезный экономический ущерб владельцам личных подсобных и крестьянских фермерских хозяйств. Этиологическим фактором артрита-энцефалита коз является вирус семейства *Retroviridae*, входящий в группу лентивирусов мелких жвачных животных, разделенных на пять генетических групп. Своевременной диагностике данного заболевания мешает ряд причин, например, отсутствие нормативно-правовой базы, регулирующей проведение профилактических мероприятий, длительное бессимптомное вирусоносительство возбудителя инфекции, отсутствие патогномичной симптоматики. Выделяют два пути распространения вируса артрита-энцефалита коз: вертикальный (лактогенный), при котором фактором передачи служит молозиво или молоко от серопозитивной козы, и горизонтальный – от больного животного здоровому при скученном содержании, кормлении из общих поилок и кормушек, а также при половом контакте. В отношении возможности внутриутробной передачи вируса от матери плоду информация, приведенная в литературных источниках, диаметрально отличается. Целью данного исследования было изучить возможность внутриутробного заражения вирусом артрита-энцефалита коз. В опыте использовали сукозных коз с подтвержденным методом иммуноферментного анализа и полимеразной цепной реакции диагнозом «вирусный артрит-энцефалит коз». От новорожденных козлят, полученных методом стерильных родов, брали патологический материал и с помощью полимеразной цепной реакции исследовали на наличие возбудителя артрита-энцефалита коз. Ни в одном из исследованных образцов вирус артрита-энцефалита коз не обнаружен, что доказывает отсутствие факта внутриутробной передачи вируса от больной матери плоду. Косвенным доказательством этого служат результаты многолетнего наблюдения за поголовьем коз, содержащихся в двух личных подсобных хозяйствах, расположенных в Южном федеральном округе и Новосибирской области. Владельцы данных хозяйств, где охват поголовья вирусным артритом-энцефалитом составлял 100%, приняли решение провести комплекс оздоровительных мероприятий. Применение технологии стерильных окотов с последующим выкармливанием козлят пастеризованным при температуре 60 °С в течение 30 мин молозивом и молоком с дальнейшим использованием заменителя цельного молока позволило в течение двух лет получить свободное от артрита-энцефалита коз поголовье без существенных экономических потерь и покупки здоровых животных в других хозяйствах.

Ключевые слова: артрит-энцефалит коз, внутриутробное заражение, стерильные окоты, лентивирусы, профилактика

Для цитирования: Коптев В. Ю., Шкиль Н. А., Балыбина Н. Ю., Беленкова Т. Н. Изучение возможности внутриутробного заражения козлят вирусом артрита-энцефалита коз. *Ветеринария сегодня*. 2024; 13 (4): 338–343. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-338-343>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Коптев Вячеслав Юрьевич, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией болезней молодняка СФНЦА РАН, а/я 8, р. п. Краснообск, 630501, Новосибирская обл., Россия, kastrolog@mail.ru

Study of possible intrauterine infection of goat fetus with caprine arthritis-encephalitis virus

Vyacheslav Yu. Koptev¹, Nikolay A. Shkil¹, Natalia Yu. Balybina¹, Tatyana N. Belenkova²

¹ Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk 630501, Novosibirsk Oblast, Russia

² Centerplem LLC, 18g Elektrikov str., Ekaterinburg 620091, Russia

ABSTRACT

Caprine arthritis-encephalitis is a serious challenge for the modern goat breeding both in Russia and abroad. The disease is quite widespread in our country, causing serious economic damage to the backyard and family-operated farm owners. The etiologic agent of caprine arthritis-encephalitis (CAE) is a virus of the *Retroviridae* family, which is part of the group of small ruminant lentiviruses subdivided into five genetic groups. A number of reasons prevent timely disease diagnosis, for example, lack of a legal framework regulating preventive measures, prolonged asymptomatic virus-carrier state, and absence of pathognomonic symptoms. There are two routes of the CAE virus spread: vertical (lactogenic), when colostrum or milk from a seropositive goat serves as a transmission factor; and horizontal – from a diseased animal to a healthy one in case of crowded housing, feeding from common drinkers and feeders, as well as during mating. The published data on the possibility of the intrauterine virus transmission from mother to fetus are diametrically different. The purpose of this study was to explore the possibility of intrauterine infection with the CAE virus. Pregnant goats with ELISA- and PCR-confirmed CAE diagnosis were used in the study. Pathological material was collected from newborn goats obtained by sterile kidding, and the samples were PCR tested for the CAE causative agent. None of the tested samples demonstrated CAE that gives

evidence of absence of the fact of intrauterine virus transmission from the diseased mother to the fetus. Results of long-term monitoring of the goat population kept on two backyards located in the Southern Federal District and Novosibirsk Oblast comprise an indirect evidence of that. The owners of these backyards, where 100% of the goat population were infected with CAE virus, decided to carry out a complex of the disease control measures. Sterile kidding followed by kids' feeding with colostrum and milk pasteurized at 60 °C for 30 minutes with the subsequent use of a whole milk substitute allowed to obtain a CAE-free herd in two years avoiding any significant economic losses and purchase of healthy animals from other farms.

Keywords: caprine arthritis-encephalitis (CAE), intrauterine infection, sterile kidding, lentiviruses, prevention

For citation: Koptev V. Yu., Shkil N. A., Balybina N. Yu., Belenkova T. N. Study of possible intrauterine infection of goat fetus with caprine arthritis-encephalitis virus. *Veterinary Science Today*. 2024; 13 (4): 338–343. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-338-343>

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

For correspondence: Vyacheslav Yu. Koptev, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Head of the Laboratory of Diseases of Young Animals, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, PO Box 8, Krasnoobsk 630501, Novosibirsk Oblast, Russia, kastrolog@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Артрит-энцефалит коз (АЭК) является одной из важных проблем современного козоводства в России и за ее пределами. По литературным данным, вирусоносителями возбудителя данной инфекции является более 45–60% всей популяции коз, содержащихся в личных подсобных (ЛПХ) и крестьянских фермерских (КФХ) хозяйствах, расположенных во всех федеральных округах Российской Федерации [1].

Этиологическим фактором АЭК является вирус семейства *Retroviridae*, входящий в группу лентивирусов мелких жвачных животных (small ruminant lentiviruses, SRLVs), разделенных на пять генетических групп [2]. Заболевание относится к группе лентивирусных инфекций и характеризуется длительным бессимптомным вирусоносительством с последующим развитием симптомокомплекса поражений опорно-двигательного аппарата (артриты), дыхательной системы и ткани молочной железы. У молодняка 2–3-месячного возраста наблюдаются поражения центральной нервной системы, проявляющиеся потерей ориентации, запрокидыванием головы и нарушением координации [3, 4, 5, 6].

Существует вертикальный и горизонтальный пути передачи возбудителя инфекции. Заражение животных происходит лактогенным путем при выпаивании новорожденным козлятам молозива или молока от козы, являющейся носителем вируса АЭК [7, 8, 9], а также воздушно-капельным путем при скученном содержании и реже – половым путем [10, 11, 12].

В отношении внутриутробного пути передачи вируса в литературных источниках мнения различаются. Волкова И. Ю. [13] указывает, что данный способ заражения возможен. Однако в ряде публикаций авторы говорят о том, что наличие десмохориального типа плаценты у коз препятствует передаче вируса от матери плоду [3, 8, 14, 15]. Тем не менее в некоторых зарубежных источниках приводятся данные о детекции вируса при обследовании новорожденных козлят методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) [16, 17].

Несмотря на это, в Кодексе здоровья наземных животных ВОЗЖ (Всемирная организация здравоохранения животных) информация о возможном внутриутробном пути передачи вируса АЭК не приводится [18].

Отсутствие средств специфической терапии и профилактики данного заболевания препятствует проведению массовых высокоэффективных мероприятий по недопущению распространения данной патологии среди поголовья коз. Основным способом профилактики и оздоровления хозяйств является постоянный мониторинг всего поголовья, а в случае обнаружения серопозитивных животных – проведение комплекса мероприятий по замене больного стада на здоровое. Одним из таких мероприятий является введение технологии стерильных окотов – комплекса мер по недопущению прямого контакта серопозитивной козы с новорожденным козленком с последующим выкармливанием его обеззараженным молозивом и молоком.

Учитывая диаметрально противоположную информацию, изложенную в литературных источниках, а также принимая во внимание тот факт, что в настоящее время АЭК внесен в «Перечень заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)»¹, была сформулирована цель исследования: изучить возможность внутриутробного заражения новорожденных козлят вирусом АЭК.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2023–2024 гг. в лаборатории болезней молодняка Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агротехнологий Российской академии наук» (ИЭВСиДВ СФНЦА РАН) и крестьянско-фермерском хозяйстве, расположенном в одном из регионов Уральского федерального округа. В опыте использовали 18 сукотных коз зааненской породы, серопозитивных по АЭК. Диагноз животным ставили путем исследования проб крови на наличие провирусной ДНК методом ПЦР, а также двукратного исследования сыворотки крови методом иммуноферментного анализа (ИФА) на наличие антител к вирусу АЭК за неделю до осеменения и на 60-е сут сукотности.

¹ Перечень заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин): утв. Приказом Минсельхоза России № 476 от 19.12.2011 (с изм. на 25.09.2020). <https://docs.cntd.ru/document/902324591>

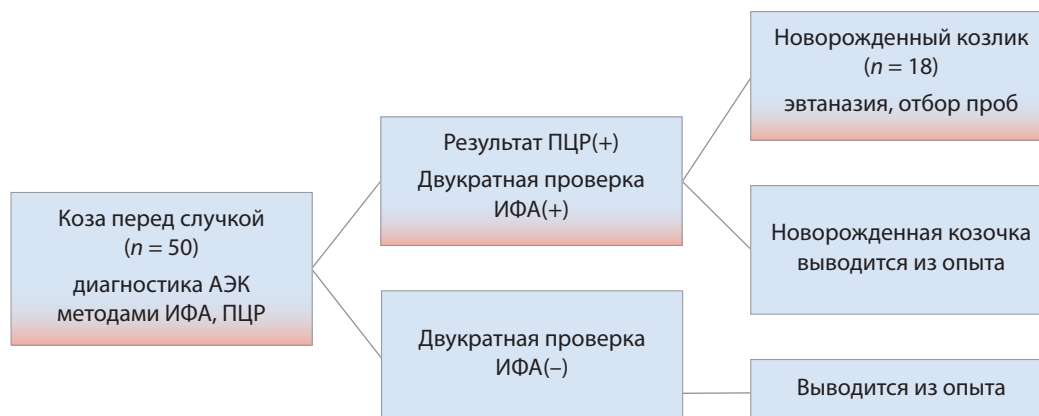


Рис. Схема отбора новорожденных животных для проведения опыта

Fig. Scheme of selecting newborn animals for the experiment

Отбор проб крови от коз-матерей производили в вакуумные пробирки Bodaywin (Китай) с активатором свертывания и этилендиаминтетрауксусной кислотой.

Наличие антител к вирусу АЭК в сыворотке крови определяли с использованием наборов для непрямого ИФА ID Screen® MVV/CAEV Indirect Screening test (IDVet, Франция). Учет результатов проводили на полуавтоматическом планшетном иммуноферментном анализаторе TECAN Infinite F50 (Австрия).

Эвтаназию новорожденных животных осуществляли в соответствии с требованиями Европейской конвенции по защите домашних животных (глава 2, статья 11)². В качестве способа эвтаназии использовали метод ударника [19].

Вскрытие трупов новорожденных козлят осуществляли общепринятым методом Г. В. Шора [20]. Пробы крови и внутренних органов отбирали с соблюдением правил асептики и антисептики в стерильные пробирки с использованием стерильных одноразовых зондов для сбора материала (VetGenomics, Россия), а также карт для сбора и хранения образцов биоматериала «ДНК-архив» (Россия).

Для первичного выделения нуклеиновых кислот из биологического материала использовали набор «Реал-Бест экстракция 100» (АО «Вектор-Бест», Россия).

Детекцию вируса АЭК в пробах биологического материала осуществляли на регистрирующем амплификаторе производства Bio-Rad Laboratories, Inc. (США) с помощью «Набора реагентов для выявления провирусной ДНК вируса артрита-энцефалита коз (АЭК) методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени» (АО «Вектор Бест», Россия). Проводили 50 циклов амплификации. Положительными считали образцы с $C_t < 40$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения исследования все поголовье коз ($n = 50$), содержащихся в одном из КФХ, перед осеменением проверили на наличие антител к вирусу АЭК методом ИФА. В качестве подтверждающего теста на наличие провирусной ДНК использовали ПЦР. Для дальнейшего исследования отобрали коз со значением коэффициента серопозитивности $K_s \geq 100$ (по результатам ИФА) и положительными результатами ПЦР-теста

($n = 29$). Затем на 60-е сут сукотности провели повторное обследование методом ИФА для подтверждения поставленного диагноза «артрит-энцефалит коз».

Во время окота с соблюдением правил асептики и антисептики производили прием и изъятие новорожденных козлят, полностью исключая их послеродовой контакт с матерью. В опыте использовали только самцов, так как они не представляли товарной ценности. Всего для исследования было отобрано 18 гол. (рис.).

После эвтаназии с соблюдением правил асептики и антисептики производили вскрытие и отбор биологического материала: проб крови, тканей сердца, печени, легких. Хранение и транспортировку биологического материала проводили при температуре 4 °C.

Дальнейшую работу с пробами биологического материала проводили в условиях ПЦР-лаборатории ИЭВСИДВ СФНЦА РАН.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Ни в одной из проб биологического материала, исследованных методом ПЦР в режиме реального времени, вирус АЭК (CAEV) обнаружен не был. Данный факт подтвердил, что внутриутробное заражение козлят от матерей-вирусоносителей невозможно.

Полученные в ходе эксперимента данные отличаются от приведенной в ряде иностранных публикаций информации. Так, J. Furtado Araújo et al. [17] указывают, что при обследовании 73 новорожденных козлят методом ПЦР в 46,57% проб был обнаружен вирус АЭК. Одним из объяснений расхождения наших результатов с приведенными литературными данными может служить комментарий из статьи О. Л. Колбасовой и соавт. [2], что качество ПЦР напрямую зависит от праймеров, которые должны соответствовать генетическому варианту вируса, циркулирующего среди животных в хозяйстве.

При проведении эксперимента все козы были проверены с использованием комбинации диагностических тестов ИФА и ПЦР, и в опыт были отобраны животные, двукратно показавшие положительные результаты. Следовательно, комплекс праймеров, входящих в состав используемой в работе ПЦР-системы, соответствовал генетическому варианту вируса, циркулировавшего в хозяйстве.

Приведенные данные подтверждают актуальность применения методики стерильных родов (полное исключение контакта матери и новорожденного козленка сразу после окота) как одного из основных способов

² European Convention for the Protection of Pet Animals. Strasbourg, 13.XI.1987. <https://rm.coe.int/168007a67d>

профилактики распространения АЭК внутри хозяйства и формирования здорового стада.

Подтверждением эффективности данного метода и, как следствие, отсутствия внутриутробного пути передачи вируса АЭК служат следующие примеры.

Пример 1. Опыт проводили на базе ЛПХ, расположенного в Южном федеральном округе. поголовье коз на момент начала исследования насчитывало 18 гол. (табл. 2).

Как видно из представленных данных, в 2022 г. при первичном обследовании поголовья, состоящего из 18 половозрелых животных, у 11 коз в сыворотке крови были обнаружены антитела к вирусу АЭК. Владельцы ЛПХ приняли решение оздоровить стадо, для чего ввели в практику обязательное проведение стерильных окотов для всех котных коз и выкармливание новорожденных козлят молозивом, пастеризованным при температуре 60 °С в течение 30 мин, с дальнейшим использованием заменителя цельного молока. Из стада были выведены 4 козы с явными клиническими признаками АЭК, остальные были покрыты имеющимися серопозитивными козлами.

В 2023 г. при обследовании ремонтного поголовья, сформированного из козлят, полученных методом стерильных окотов (13 гол.), все животные показали отрицательный результат. Единственное серопозитивное животное оказалось козочкой, которую владельцы хотели еще раз покрыть, но, получив данные о том, что все козлята являются серонегативными, было принято решение отправить ее на убой.

В 2024 г. при повторном двукратном обследовании методом ИФА вновь сформированного поголовья коз все животные показали отрицательный результат на наличие антител к вирусу АЭК.

Пример 2. Опыт проводили на базе ЛПХ, расположенного на территории Новосибирской области. На момент начала проведения мониторинга поголовье составляли 24 дойные козы нубийской породы (табл. 3).

При первичном обследовании животных методом ИФА в 2020 г. было установлено, что все поголовье коз инфицировано вирусом АЭК.

Владельцами хозяйства было принято решение о проведении комплекса мер по оздоровлению стада. Для этого все последующие окоты проводились с использованием технологии стерильных окотов, а полученное потомство выпаивалось пастеризованными при температуре 60 °С в течение 30 мин молозивом и молоком, полученными от коз-матерей.

Обследование молодняка, полученного по данной технологии в 2021 г., показало, что из 20 животных 12 являются носителями вируса АЭК. При опросе владельцев было установлено, что после окончания периода молочного выпаивания данные животные в 3-месячном возрасте были помещены в общее стадо, что послужило причиной их заражения вирусом АЭК от больных коз-матерей.

Учитывая данный факт, все полученное в 2022 г. от серопозитивных коз потомство владельцы ЛПХ содержали в отдельном помещении, полностью исключая контакт с зараженными животными и предметами ухода за ними. В результате при обследовании методом ИФА вновь сформированного поголовья (возраст 6–7 мес.) у всех животных (23 гол.) в сыворотке крови отсутствовали антитела к вирусу АЭК. Владельцами было принято решение о ликвидации всех серо-

Таблица 1
Результаты исследования биологического материала на наличие вируса АЭК

Table 1
Results of biological material tests for CAE virus

Вид биологического материала	Количество	Результаты исследования на наличие вируса АЭК	
		положительные, %	отрицательные, %
Пробы крови	18	–	100
Пробы внутренних органов	54	–	100

Таблица 2
Динамика изменения численности серопозитивных животных среди поголовья коз ЛПХ № 1

Table 2
Changes in the number of seropositive animals in the goat population on backyard No. 1

Год	Количество обследованных животных, гол.	Результаты исследования на наличие антител к вирусу АЭК, гол.	
		серопозитивные	серонегативные
2022	18	11	7
2023	14	1	13
2024	13	–	13

Таблица 3
Динамика изменения численности серопозитивных животных среди поголовья коз ЛПХ № 2

Table 3
Changes in the number of seropositive animals in the goat population on backyard No. 2

Год	Количество обследованных животных, гол.	Результаты исследования на наличие антител к вирусу АЭК, гол.	
		серопозитивные	серонегативные
2020	24	24	–
2021	20	12	8
2022	23	–	23
2023	23	–	23
2024	23	–	23

позитивных животных с последующей дезинфекцией помещений и формированием нового поголовья коз из серонегативного молодняка.

Повторные двукратные исследования в 2023 г. подтвердили отсутствие циркуляции вируса АЭК у всего поголовья коз данного ЛПХ. В 2024 г. владельцы с интервалом 6 мес. вновь проверили всех животных методом ИФА, результат был отрицательным.

Полученные во время эксперимента данные, а также результаты мониторинговых исследований, приведенные в примерах, подтверждают эффективность применения стерильных окотов как основного метода профилактики распространения АЭК внутри козоводческих хозяйств. Точное соблюдение всех технологических приемов позволяет получать здоровое потомство от животных-вирусоносителей, обладающих высокой племенной и хозяйственной ценностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в научной литературе приводятся противоречивые данные о возможности внутриутробного заражения козлят вирусом артрита-энцефалита коз. Ряд зарубежных авторов приводят результаты исследований, указывающих на выделение возбудителя АЭК у новорожденных козлят, полученных от серопозитивных животных. При этом в отечественной литературе, а также в Кодексе здоровья наземных животных ВОЗЖ отсутствуют данные о возможности внутриутробного пути заражения вирусом АЭК.

Проведенные нами исследования биологического материала от новорожденных козлят, полученных от серопозитивных по АЭК коз, указывают на то, что десмохориальный тип плаценты, характерный для мелкого рогатого скота, является естественным барьером для лентивирусов мелких жвачных животных, что исключает внутриутробную передачу возбудителя артрита-энцефалита коз. Учитывая вышеизложенное, а также то, что в настоящее время отсутствуют средства специфической профилактики и терапии АЭК, единственным способом предупреждения возникновения данного заболевания являются технологические методы, в частности, стерильные роды, исключающие передачу вируса от матери новорожденному козленку.

Данный факт подтвержден многолетним мониторингом поголовья коз, содержащихся в двух ЛПХ, расположенных в Южном федеральном округе и Новосибирской области, на наличие в стаде серопозитивных по АЭК животных. В обоих случаях переход владельцев к применению технологии стерильных родов, исключающей контакт новорожденных козлят с серопозитивными матерями, позволил в течение двух лет полностью вывести из стада зараженных животных и заменить все поголовье серонегативными по АЭК особями без экономических потерь и покупки здоровых животных в других хозяйствах.

Приведенные данные подтверждают, что использование технологии стерильных окотов с последующим выкармливанием полученного потомства пастеризованными при температуре 60 °C в течение 30 мин молозивом и молоком в настоящее время является единственным способом профилактики распространения АЭК внутри стада коз, содержащихся в одном хозяйстве.

Тем не менее, учитывая небольшую выборку животных в опыте, а также то, что в научной литературе мнения о возможности внутриутробного заражения диаметрально различаются, необходимо проведение дальнейших исследований с охватом большего количества животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коптев В. Ю., Шкиль Н. А., Бальбина Н. Ю., Пенькова И. Н. Клинические признаки и патоморфологические изменения при артрите-энцефалите коз. *Ветеринария сегодня*. 2023; 12 (2): 126–132. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2023-12-2-126-132>
2. Колбасова О. Л., Беспалова Т. Ю., Корогодина Е. В., Краснова Е. А. Артрит-энцефалит коз: актуальные вопросы ранней диагностики. *Ветеринария Кубани*. 2023; (2): 23–25. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2023-2-23-25>
3. Minguijón E., Reina R., Pérez M., Polledo L., Villoria M., Ramírez H., et al. Small ruminant lentivirus infections and diseases. *Veterinary Microbiology*. 2015; 181 (1–2): 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.08.007>
4. Кудряшов А. А., Балабанова В. И., Бабина С. Ю. Патоморфологические изменения в легких и головном мозге при вирусном артрите-энцефалите коз. *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2014; (3): 54–58. <https://elibrary.ru/spcqjy>

5. Czapowicz M., Szaluś-Jordanow O., Moroz A., Mickiewicz M., Witkowski L., Markowska-Daniel I., et al. Use of two commercial caprine arthritis-encephalitis immunoenzymatic assays for screening of arthritic goats. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2017; 30 (1): 36–41. <https://doi.org/10.1177/1040638717729397>
6. Benavides J., González L., Dagleish M., Pérez V. Diagnostic pathology in microbial diseases of sheep or goats. *Veterinary Microbiology*. 2015; 181 (1–2): 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.07.012>
7. Pisoni G., Bertoni G., Manarolla G., Vogt H.-R., Scaccabarozzi L., Locatelli C., Moroni P. Genetic analysis of small ruminant lentiviruses following lactogenic transmission. *Virology*. 2010; 407 (1): 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2010.08.004>
8. Peterhans E., Greenland T., Badiola J., Harkiss G., Bertoni G., Amorena B., et al. Routes of transmission and consequences of small ruminant lentiviruses (SRLVs) infection and eradication schemes. *Veterinary Research*. 2004; 35 (3): 257–274. <https://doi.org/10.1051/vetres:2004014>
9. Blacklaws B. A., Berriatua E., Torsteinsdottir S., Watt N. J., de Andres D., Klein D., Harkiss G. D. Transmission of small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*. 2004; 101 (3): 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.04.006>
10. Illius A. W., Lievaart-Peterson K., McNeilly T. N., Savill N. J. Epidemiology and control of maedi-visna virus: Curing the flock. *PLoS ONE*. 2020; 15 (9): e0238781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238781>
11. Broughton-Neiswanger L. E., White S. N., Knowles D. P., Mousel M. R., Lewis G. S., Herndon D. R., Herrmann-Hoesing L. M. Non-maternal transmission is the major mode of ovine lentivirus transmission in an ewe flock: A molecular epidemiology study. *Infection, Genetics and Evolution*. 2010; 10 (7): 998–1007. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2010.06.007>
12. Kalogianni A. I., Stavropoulos I., Chaintoutis S. C., Bossis I., Gelasakis A. I. Serological, molecular and culture-based diagnosis of lentiviral infections in small ruminants. *Viruses*. 2021; 13 (9): 1711. <https://doi.org/10.3390/v13091711>
13. Волкова И. Ю. Эпизоотологический мониторинг и совершенствование мер борьбы с артритом-энцефалитом коз в РФ: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Покров; 2008. 25 с. <https://elibrary.ru/njyhyd>
14. Барсуков Н. П. Цитология, гистология, эмбриология. 6-е изд., стер. СПб.: Лань; 2023. 268 с.
15. Студенцов А. П., Шипилов В. С., Никитин В. Я., Петров А. М., Дюльгер Г. П., Храмов В. В., Преображенский О. Н. Акушерство, гинекология и биотехника репродукции животных: учебник для вузов. 12-е изд., стер. СПб.: Лань; 2022. 548 с.
16. Rodrigues A. de S., Pinheiro R. R., de Brito R. L. L., Oliveira L. S., de Oliveira E. L., dos Santos V. W. S., et al. Evaluation of caprine arthritis-encephalitis virus transmission in newborn goat kids. *Arquivos do Instituto Biológico*. 2017; 84:e0542016. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000542016>
17. Furtado Araújo J., Andrioli A., Pinheiro R. R., Sider L. H., de Sousa A. L. M., de Azevedo D. A. A., et al. Vertical transmissibility of small ruminant lentivirus. *PLoS ONE*. 2020; 15 (11): e0239916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239916>
18. World Organisation for Animal Health. Terrestrial Animal Health Code. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access>
19. Полоз А. И., Финогенов А. Ю. Методические указания по гуманной эвтаназии животных. Минск: РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелеского»; 2008. 45 с.
20. Кудряшов А. А. Патологоанатомическое вскрытие трупов животных. Часть 1. Условия вскрытия, порядок вскрытия трупов животных разных видов. *Ветеринарная практика*. 2004; (4): 27–31. <https://elibrary.ru/yzuojo>

REFERENCES

1. Koptev V. Yu., Shkil N. A., Balybina N. Yu., Penkova I. N. Clinical signs of caprine arthritis-encephalitis and disease-related pathomorphological changes. *Veterinary Science Today*. 2023; 12 (2): 126–132. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2023-12-2-126-132>
2. Kolbasova O. L., Bespalova T. Yu., Korogodina E. V., Krasnova E. A. Caprine arthritis-encephalitis: early diagnostics topical issues. *Veterinaria Kubani*. 2023; (2): 23–25. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2023-2-23-25> (in Russ.)
3. Minguijón E., Reina R., Pérez M., Polledo L., Villoria M., Ramírez H., et al. Small ruminant lentivirus infections and diseases. *Veterinary Microbiology*. 2015; 181 (1–2): 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.08.007>
4. Kudryashov A. A., Balabanova V. I., Babina S. Yu. Pathomorphological findings in lungs and brain at caprine arthritis-encephalitis. *Actual Questions of Veterinary Biology*. 2014; (3): 54–58. <https://elibrary.ru/spcqjy> (in Russ.)
5. Czapowicz M., Szaluś-Jordanow O., Moroz A., Mickiewicz M., Witkowski L., Markowska-Daniel I., et al. Use of two commercial caprine arthritis-encephalitis immunoenzymatic assays for screening of arthritic goats.

Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2017; 30 (1): 36–41. <https://doi.org/10.1177/1040638717729397>

6. Benavides J., González L., Dagleish M., Pérez V. Diagnostic pathology in microbial diseases of sheep or goats. *Veterinary Microbiology*. 2015; 181 (1–2): 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.07.012>

7. Pisoni G., Bertoni G., Manarolla G., Vogt H.-R., Scaccabarozzi L., Locatelli C., Moroni P. Genetic analysis of small ruminant lentiviruses following lactogenic transmission. *Virology*. 2010; 407 (1): 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2010.08.004>

8. Peterhans E., Greenland T., Badiola J., Harkiss G., Bertoni G., Amorena B., et al. Routes of transmission and consequences of small ruminant lentiviruses (SRLVs) infection and eradication schemes. *Veterinary Research*. 2004; 35 (3): 257–274. <https://doi.org/10.1051/vetres:2004014>

9. Blacklaws B. A., Berriatua E., Torsteinsdottir S., Watt N. J., de Andres D., Klein D., Harkiss G. D. Transmission of small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*. 2004; 101 (3): 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.04.006>

10. Illius A. W., Lievaart-Peterson K., McNeilly T. N., Savill N. J. Epidemiology and control of maedi-visna virus: Curing the flock. *PLoS ONE*. 2020; 15 (9): e0238781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238781>

11. Broughton-Neiswanger L. E., White S. N., Knowles D. P., Mousel M. R., Lewis G. S., Herndon D. R., Herrmann-Hoesing L. M. Non-maternal transmission is the major mode of ovine lentivirus transmission in an ewe flock: A molecular epidemiology study. *Infection, Genetics and Evolution*. 2010; 10 (7): 998–1007. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2010.06.007>

12. Kalogianni A. I., Stavropoulos I., Chaintoutis S. C., Bossis I., Gelasakis A. I. Serological, molecular and culture-based diagnosis of lentiviral infections in small ruminants. *Viruses*. 2021; 13 (9): 1711. <https://doi.org/10.3390/v13091711>

13. Volkova I. Yu. Caprine arthritis-encephalitis epizootic monitoring and improvement of control measures in the Russian Federation: Author's

abstract of thesis for degree of Cand. Sci. (Veterinary Medicine). Pokrov; 2008. 25 p. (in Russ.)

14. Barsukov N. P. Cytology, histology, embryology. 6th ed., stereotypical. Saint Petersburg: Lan'; 2023. 268 p. (in Russ.)

15. Studentsov A. P., Shipilov V. S., Nikitin V. Ya., Petrov A. M., Dulger G. P., Khramtsov V. V., Preobrazhensky O. N. Animal obstetrics, gynecology and reproduction biotechnology: study guide for higher school. 12th ed., stereotypical. Saint Petersburg: Lan'; 2022. 548 p. (in Russ.)

16. Rodrigues A. de S., Pinheiro R. R., de Brito R. L. L., Oliveira L. S., de Oliveira E. L., dos Santos V. W. S., et al. Evaluation of caprine arthritis-encephalitis virus transmission in newborn goat kids. *Arquivos do Instituto Biológico*. 2017; 84:e0542016. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000542016>

17. Furtado Araújo J., Andrioli A., Pinheiro R. R., Sider L. H., de Sousa A. L. M., de Azevedo D. A. A., et al. Vertical transmissibility of small ruminant lentivirus. *PLoS ONE*. 2020; 15 (11): e0239916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239916>

18. World Organisation for Animal Health. Terrestrial Animal Health Code. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access>

19. Poloz A. I., Finogenov A. Yu. Methodical guidelines for humane euthanasia of animals. Minsk: S. N. Vyshel'sky Institute of Experimental Veterinary Medicine; 2008. 45 p. (in Russ.)

20. Koudryashov A. A. Pathoanatomical opening of corpses of animals. Part 1. Conditions of opening; the order of opening of corpses of different animals. *Veterinarnaya praktika*. 2004; (4): 27–31. <https://elibrary.ru/yzuojo> (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 12.07.2024

Поступила после рецензирования / Revised 10.09.2024

Принята к публикации / Accepted 02.10.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Коптев Вячеслав Юрьевич, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией болезней молодняка СФНЦА РАН, р. п. Краснообск, Новосибирская обл., Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0537-6659>, kastrolog@mail.ru

Шкиль Николай Алексеевич, д-р вет. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории болезней молодняка СФНЦА РАН, р. п. Краснообск, Новосибирская обл., Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5124-2208>, shkil52@mail.ru

Балыбина Наталья Юрьевна, научный сотрудник лаборатории болезней молодняка СФНЦА РАН, р. п. Краснообск, Новосибирская обл., Россия; <https://orcid.org/0000-0001-8786-3738>, n.balybina@alumni.nsu.ru

Беленкова Татьяна Николаевна, сотрудник ООО «ЦЕНТРПЛЕМ», г. Екатеринбург, Россия

Vyacheslav Yu. Koptev, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Head of the Laboratory of Diseases of Young Animals, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Oblast, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0537-6659>, kastrolog@mail.ru

Nikolay A. Shkil, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Diseases of Young Animals, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Oblast, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5124-2208>, shkil52@mail.ru

Natalia Yu. Balybina, Researcher, Laboratory of Diseases of Young Animals, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Oblast, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-8786-3738>, n.balybina@alumni.nsu.ru

Tatyana N. Belenkova, Company Specialist, Centerplem LLC, Ekaterinburg, Russia

Вклад авторов: Авторы внесли равный вклад в проведение исследования: сбор и анализ материала; определение целей и задач, методов исследования; формулирование и научное обоснование выводов, оформление ключевых результатов исследования в виде статьи.

Contribution: The authors have made equal contribution to the study: data collection and analysis; determination of goals and objectives, methods of the study; formulation and scientific justification of conclusions, documentation of key outputs from the study in the paper.