

Научная статья

УДК 619:616.995.132.6:612.112.92-93

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-4-403-410>

Влияние трихинеллезной инвазии на гематологические показатели кур

Светлана Александровна Боляхина¹, Елена Александровна Ефремова^{1,2},
Евгений Александрович Нивин³

¹ Сибирский Федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск, Россия

² Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

³ г. Уссурийск, Россия

¹ hohl08@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6473-0588>

² alfa_parazit@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4062-3822>

³ brivin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6372-1409>

Аннотация

Цель исследований – изучить динамику клеточного состава периферической крови при экспериментальном заражении кур *Trichinella pseudospiralis*.

Материалы и методы. По принципу аналогов были сформированы две группы - опытная и контрольная по 10 и 6 кур-несушек соответственно. Птиц опытной группы взвешивали и внутрижелудочно вводили изолят личинок *T. pseudospiralis* в дозе 2 лич./г массы тела (4000 тыс. личинок на птицу). Пробы крови брали из подкрыльцовой вены до и через 4, 7, 11, 14, 18, 28, 35, 43, 53 и 61-е сутки после заражения. Гематологические показатели (общее число эритроцитов и лейкоцитов, концентрация гемоглобина) определяли общепринятыми лабораторными методами с последующим расчетом лейкограммы.

Результаты и обсуждение. Установлено, что трихинеллез кур, обусловленный паразитированием бескапсульного вида трихинелл, не влияет на число эритроцитов и гемоглобина в организме зараженных животных. Индикаторами трихинеллезного процесса являются клетки гранулоцитарного ряда - эозинофилы. Начало реакции организма на заражение, выраженное эозинопенией, выявлено на 7-е сутки после инвазирования. Возрастание относительного содержания базофильных и эозинофильных гранулоцитов в крови животных зарегистрировано с 18-х суток; на 25 и 35-е сутки показатели достигали максимальных значений, что соответствует миграционной и мышечной стадии трихинеллезного процесса. В последующем, установлено относительное и абсолютное количественное снижение этих групп клеток в крови птицы, однако, указанные показатели выше, чем у птиц контрольной не инвазированной группы в течение всего срока наблюдения (61 сут). Динамика уровня циркулирующих в крови птицы эозинофилов и базофилов обусловлена стадийностью трихинеллезного процесса и подтверждает преобладание аллергической реакции в природе заболевания.

Ключевые слова: экспериментальное заражение, трихинеллез, *Trichinella pseudospiralis*, куры, гематологические показатели, динамика

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Боляхина С. А., Ефремова Е. А., Нивин Е. А. Влияние трихинеллезной инвазии на гематологические показатели кур // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 4. С. 403–410.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-4-403-410>

© Боляхина С. А., Ефремова Е. А., Нивин Е. А., 2022



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

The influence of *Trichinella* spp. infection on hematological parameters of hens

Svetlana A. Bolyahina¹, Elena A. Efremova^{1,2}, Evgeny A. Nivin³

¹ Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the RAS, Krasnoobsk, Russia

² Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

³ Ussuriysk, Russia

¹ hohl08@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6473-0588>

² alfa_parazit@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4062-3822>

³ brivin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6372-1409>

Abstract

The purpose of the research is to study dynamics of the peripheral blood cell composition during experimental infection of hens with *Trichinella pseudospiralis*.

Materials and methods. Two groups were formed according to the principle of analogues, experimental and control, of 10 and 6 laying hens, respectively. The experimental birds were weighed, and the isolate of *T. pseudospiralis* larvae was administered intragastrically at a dose of 2 sp./g of body weight (4000 thousand larvae per bird). Blood samples were taken from the axillary vein before and at days 4, 7, 11, 14, 18, 28, 35, 43, 53, and 61 after the infection. Hematological parameters (total number of erythrocytes and leukocytes, and hemoglobin concentration) were determined by established laboratory methods with subsequent calculation of the leukogram.

Results and discussion. It has been established that trichinellosis in the hens caused by parasitism of non-encapsulated *Trichinella* spp. species does not affect the number of erythrocytes and hemoglobin in infected birds. Indicators of the *Trichinella*-associated process are cells in the granulocytic series, eosinophils. The onset of the body's reaction to the infection as expressed by eosinopenia was detected at day 7 after the infection. An increase in the relative content of basophilic and eosinophilic granulocytes was recorded in the hens' blood from day 18; such parameters reached their maximum values on days 25 and 35, that corresponds to the migratory and muscular stages of the *Trichinella*-associated process. A relative and absolute quantitative decrease in these groups of cells was subsequently detected in the hens' blood; however, these values were higher than the control non-infected hens during the entire follow-up (61 days). The dynamics of eosinophils and basophils circulating in the hens' blood was due to the *Trichinella*-associated process staging and confirms the predominance of an allergic reaction in the nature of such disease.

Keywords: experimental infection, trichinellosis, *Trichinella pseudospiralis*, hens, hematological parameters, dynamics

Financial Disclosure: none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

There is no conflict of interests

For citation: Bolyahina S. A., Efremova E. A., Nivin E. A. Influence of *Trichinella* spp. infection on hematological parameters of hens. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(4):403–410. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-4-403-410>

© Bolyahina S. A., Efremova E. A., Nivin E. A., 2022

Введение

Трихинеллез является одним из распространенных и актуальных зооантропонозов, который в Российской Федерации регистрируют во всех Федеральных Округах. Заболевание, обусловленное паразитированием *T. spiralis*, изучено достаточно хорошо. Од-

нако, публикации, касающиеся трихинеллеза, вызванного бескапсульным видом *T. pseudospiralis*, малочисленны и, в основном, рассматривают особенности биологии и распространения возбудителя.

В настоящее время о роли этого вида трихинелл в эпизоотологии и эпидемиологии

трихинеллеза нет однозначного мнения. Хотя, единичные случаи заболевания человека, вызванные паразитированием трихинелл этого вида, описывают во многих регионах мира и РФ [1, 3, 13, 15, 16].

Изучение динамики гематологических, клинико-биохимических и патоморфологических показателей у животных различных видов, инвазированных бескапсульными трихинеллами, будет способствовать пониманию сущности возникающих патологических состояний, позволит определенным образом судить о глубине и степени обратимости протекающих органных изменений при заболевании трихинеллезом.

К настоящему времени число работ, описывающих изменения гематологического профиля у разных видов хозяев *T. pseudospiralis* [2, 5, 6, 10, 12], в том числе птиц [8], не много, что существенно ограничивает ветеринарных специалистов в выборе стратегии и тактики диагностических и лечебно-профилактических мероприятий.

Диагностика трихинеллеза сопряжена с убоим зараженных животных и выделением возбудителя в образцах мышечной ткани компрессорным методом или перевариванием в искусственном желудочном соке (ИЖС), что исключает возможность определения на морфологическом уровне качественных и количественных параметров на разных биологических стадиях развития паразитарного процесса.

Учитывая, что изучение количественных и качественных изменений в составе крови на различных стадиях воспалительного процесса при трихинеллезе может иметь не только общетеоретическое, но и прогностическое значение, целью исследований стало определение влияния трихинеллезной инвазии на гематологические показатели кур, экспериментально зараженных *T. pseudospiralis*.

Материалы и методы

Для выявления особенностей влияния паразитарной инвазии на гематологические показатели птиц по принципу аналогов были сформированы две группы – опытная и контрольная по 10 и 6 кур-несушек соответственно. Пронумерованных бирками животных содержали в клетках по 2–3 птицы. Пробы фекалий на наличие яиц гельминтов и ооцист

эймерий исследовали флотационным методом по Котельникову-Хренову.

Птиц опытной группы взвешивали и внутрижелудочно вводили изолят личинок *T. pseudospiralis* в дозе 2 лич./г массы тела (4000 тыс. личинок на птицу).

Личинки *T. pseudospiralis*, используемые для экспериментального заражения птицы, первоначально выделены из мышечной ткани кур, и поддерживались тремя пассажами на лабораторных мышцах. С целью определения зараженности птицы *T. pseudospiralis* через 2,5 мес. после экспериментального заражения птицу опытной группы подвергли эвтаназии. Затем, методом переваривания в ИЖС по методу П. А. Владимировой из мышечной ткани шейного отдела выделяли личинок трихинелл. ИЖС готовили по стандартизированной методике [4]. Перевар фильтровали, надсадочную жидкость сливали и трехкратно отмывали личинок водой. Затем, осадок, содержащий личинок мышечных трихинелл, помещали в аппарат Бермана-Орлова. Спустя час содержимое пробирок выливали на часовое стекло и дробно исследовали, подсчитывая личинок. В последующем определяли зараженность по группе (ЭИ), а также интенсивность инвазии (ИИ, лич./г) для каждой птицы и средние показатели по группе.

Пробы крови брали из подкрыльцовой вены в вакуумные пробирки с ЭДТА до и через 4, 7, 11, 14, 18, 28, 35, 43, 53 и 61-е сутки после заражения. Гематологические показатели (общее число эритроцитов и лейкоцитов, концентрация гемоглобина) определяли общепринятыми лабораторными методами с последующим расчетом лейкограммы [8].

Результаты и обсуждение

Отсутствие пропативных форм гельминтов и простейших в пробах фекалий животных исключает паразитарное влияние на гематологические показатели макроорганизма.

Установлено, что зараженность птицы опытной группы *T. pseudospiralis* составила 100 %. Показатели ИИ варьировали незначительно. У 8 кур ИИ регистрировали в пределах от 1937,0 до 2795 лич./г мышц шеи, и лишь у двух птиц установлены низкие показатели ИИ – 189,3 и 246,0 лич./г. Средняя ИИ по группе составила 1711,5 лич./г.

Общее число эритроцитов и концентрация гемоглобина у кур на протяжении экспери-

мента изменялись незначительно, оставаясь в пределах физиологической нормы [6]. Так, в течение эксперимента общее число эритроцитов у опытных животных, в среднем, составило $3,42 \pm 0,64$, у контрольных птиц – $3,53 \pm 0,32 \times 10^{12}/л$, а концентрация гемоглобина у инвазированных и контрольных птиц – $77,1 \pm 1,4$, и $78,4 \pm 2,1$ г/л соответственно.

Вместе с тем было выявлено, что число лейкоцитов в крови кур, инвазированных *T. pseudospiralis*, на протяжении всего опыта (61 сут) колебалось от $24,08 \pm 4,3$ до $38,64 \pm 14,73 \times 10^9/л$ и, в среднем, составило $32,5 \pm 1,17 \times 10^9/л$. В контрольной группе эти значения варьировали в пределах $18,73 \pm 4,6$ – $27,0 \pm 3,4$ при среднем значении $23,02 \pm 1,4 \times 10^9/л$ (рис. 1). Число лейкоцитов у животных подопытной группы оставалось выше как первоначальных (фоновых) измерений, так и значений контрольной группы в 1,5 раза, что указывает на длительный воспалительный процесс у кур, инвазированных трихинеллами.

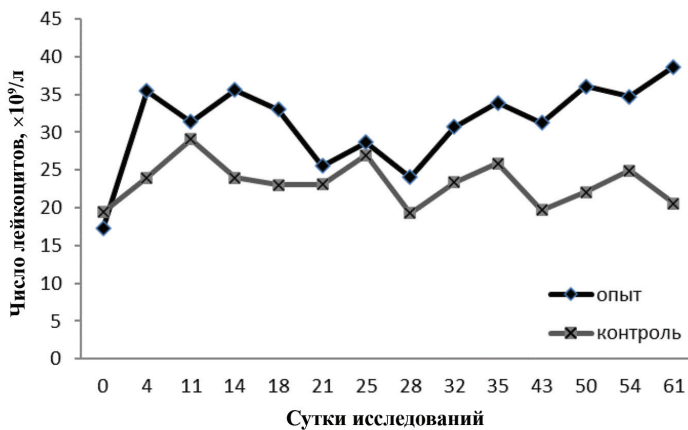


Рис. 1. Лейкоцитарная реакция в крови кур, экспериментально инвазированных *T. pseudospiralis*, $M \times 10^9/л$

[Fig. 1. Leukocyte reaction in the blood of chickens experimentally infected with *T. pseudospiralis*, $M \times 10^9/l$]

Лейкоцитарная реакция на заражение личинками бескапсульных трихинелл в период их внедрения в подслизистый слой кишечника, достижение нематодами половозрелого возраста и начало миграции личинок в скелетные мышцы характеризуется повышением лейкоцитов с 4 по 18-е сутки. Среднее число лейкоцитов зарегистрировано на уровне $31,4 \times 10^9/л$ с колебаниями от $30,65 \pm 8,82$ до $35,6 \pm 3,37 \times 10^9/л$. В последующие 8 сут (с 21

по 28-е сутки) выявлено их снижение, в среднем, до $26,09 \pm 4,1$ при вариации от $24,08 \pm 4,3$ до $28,64 \pm 3,34 \times 10^9/л$. Затем до конца наблюдений (61 сут) фиксировали их стабильное увеличение с максимальными значениями на 50 и 61-е сутки – $36,1$ и $38,6 \times 10^9/л$, что, в среднем, на 45 % превышает аналогичный показатель в контрольной группе ($21,4 \times 10^9/л$) (рис. 1). Данное явление по срокам совпадает с завершением кишечной стадии трихинеллезного процесса и активным развитием миграционной и мышечной стадии трихинелл.

В лейкограмме венозной крови кур, экспериментально зараженных *T. pseudospiralis*, количественных изменений в отношении лимфоцитов, моноцитов и нейтрофильной группы клеток не выявлено. Однако, отмечено проявление адаптационной реакции организма на заражение птиц бескапсульным видом трихинелл со стороны эозинофильной фракции клеток. Процент циркулирующих в кровеносном русле эозинофилов в период экс-

перимента, оставаясь в границах физиологической нормы (6–10%), имел колебания от 2,2 до 9,4% и, в среднем, составил $5,5 \pm 0,44\%$ от общего числа лейкоцитов, что в 2,3 раза выше, чем у птицы, свободной от трихинелл (рис. 2).

Анализируя динамику изменения в лейкограмме соотношения эозинофилов к общему числу лейкоцитов нами зафиксировано их стабильное увеличение по мере развития инвазионного процесса до 3,6 и 4,6% соответственно на 11 и 61-е сутки с максимумом 9,4% на 35-е сутки после заражения кур личинками трихинелл.

При оценке в абсолютных значениях клеточного состава крови кур установлено повышение со-

держания эозинофилов в сосудистом русле птицы, инвазированной бескапсульными трихинеллами, на 4-е сутки ($1,9 \pm 0,47 \times 10^9/л$), затем на 7-е сутки выявлено их кратковременное снижение до $0,52 \pm 0,06 \times 10^9/л$ с последующим развитием стойкой эозинофилии, которая оставалась выше, чем в контрольной группе до конца наблюдений (61 сут). В период миграционной и мышечной фазы инвазионного процесса (18–61 сут) число эозинофилов, в

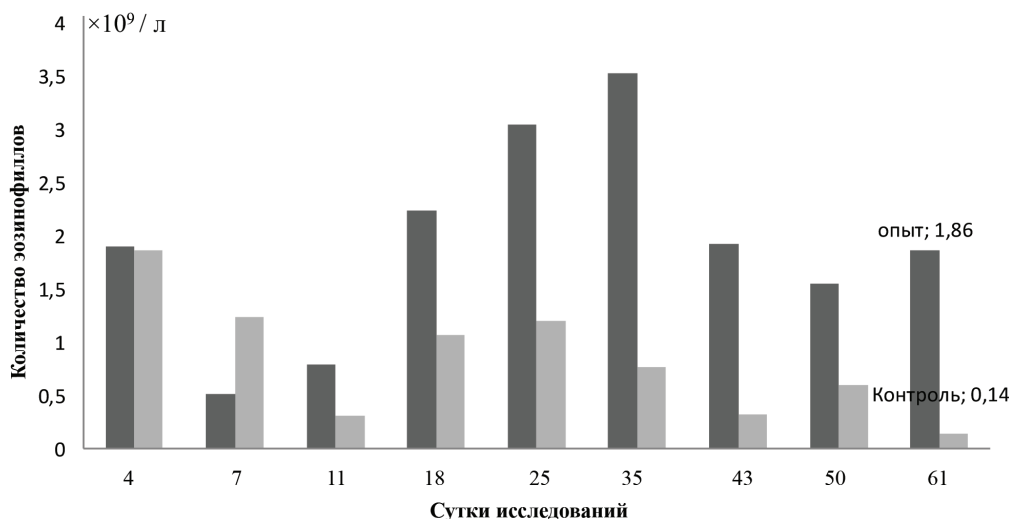


Рис. 2. Динамика эозинофилов в крови кур, экспериментально зараженных бескапсульными трихинеллами

[Fig. 2. Dynamics of eosinophils in the blood of chickens experimentally infected with capsule-free *Trichinella* sp.]

среднем, составило $2,2 \times 10^9/\text{л}$, в 2 раза превышая аналогичный показатель по контрольной группе ($1,1 \times 10^9/\text{л}$). Максимальное значение этой группы клеток зафиксировано на 35-е сутки эксперимента, когда уровень эозинофилов повысился до $3,53 \pm 0,55 \times 10^9/\text{л}$, что в 1,9 раза было выше, чем на 4-е сутки после заражения птицы *T. pseudospiralis* и в 1,7 раза выше, чем у кур, свободных от инвазии (рис. 1).

Эозинофилы наиболее активно проявляют свои свойства в сенсibilизированных тканях; реагируют на хемотаксические факторы, которые выделяют тучные клетки и базофилы. Полупериод нахождения в крови базофильной группы клеток короткий и составляет менее 5,7 ч. Однако, эта группа клеток также активно реагирует на паразитарный процесс, но в связи с малым периодом или большей спецификой быстрее расходуется или мигрирует в очаг. Число тканевых базофилов зависит от степени сенсibilизации организма антигенами. Учитывая, что основная функция базофилов – ускорение подавления аллергенов и ограничение их распространения по всему организму, у птицы опытной группы с 18-х суток и до конца эксперимента содержание этой группы клеток варьировало от $0,08 \pm 0,01$ до $0,38 \pm 0,01$ с максимальным показателем $0,92 \pm 0,22 \times 10^9/\text{л}$ на 25-е сутки после заражения и, в среднем, составило $0,27 \times 10^9/\text{л}$, что в 1,8 раза превысило средний анало-

гичный показатель у кур контрольной группы – $0,15 \times 10^9/\text{л}$.

Таким образом, лейкоцитарная реакция в крови кур, экспериментально инвазированных *T. pseudospiralis* в дозе 4000 тыс. лич. на птицу, характеризуется волнообразными изменениями. Начало реакции организма на заражение нематодами, установлено на 7-е сутки опыта и выражается эозинопенией, что совпадает с кишечной фазой инвазионного процесса и началом отрождения личинок и их миграцией. В последующем, личинки, достигая скелетных мышц к 18–22-м суткам с момента инвазирования, становятся инвазионными.

Выявлено, что эозинофилия и базофилия в крови кур начинается с 11-х суток с резким повышением на 18-е сутки до $2,24 \pm 0,57$ и $0,08 \pm 0,01$ соответственно, а максимальные показатели базофилов установлены на 25-е ($0,92 \pm 0,22$), а эозинофилов – на 35-е ($3,53 \pm 0,55$) сутки после заражения, что совпадает с активной миграцией личинок в мышечную ткань. Затем выявлено постепенное снижение числа этих клеток в крови. Однако, за время эксперимента их содержание в крови птиц опытной группы во все сроки наблюдений в 2,9–7,4 раза было выше, чем в контроле.

Облигатным хозяином *T. pseudospiralis* являются птицы. Однако, известны случаи выявления спонтанного заражения ими собак,

кошек, домашних свиней [7, 10, 11, 13, 14]. Степень воздействия *T. pseudospiralis* на организм разных видов млекопитающих и характер проявления инвазии различаются. У мышей, зараженных *T. pseudospiralis*, пик эозинофилии и лейкоцитоза зарегистрированы на 12 и 18-е сутки после заражения [2]. У собак и свиней, инвазированных бескапсульными формами трихинелл, наибольшее число эозинофилов приходилось на 7-е сутки [5, 6, 12].

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что у птиц клеточная реакция на паразитоз, характеризующаяся количественным повышением базофилов и эозинофилов, проявляется в крови позже, чем у других видов животных – на 11–18-е сутки с максимальными значениями на 25 и 35-е сутки после заражения соответственно. Правосторонний сдвиг, установленный в лейкограмме кур, совпадает с процессом активной миграции личинок в мышечную ткань хозяина и приобретения ими инвазионных свойств. Максимальное число лейкоцитов у кур, инвазированных *T. pseudospiralis*, выявлено на 35-е сутки, что также на 12 сут позже, чем у мышей, зараженных бескапсульным видом трихинелл [2].

Полученные нами данные согласуются с результатами А. А. Пшеничного (2004), который при экспериментальном заражении петушков *T. pseudospiralis*, регистрировал лейкоцитоз и выраженную эозинофилию в период миграционной фазы трихинелл [8].

Заключение

Установленные нами изменения гематологического статуса у кур, инвазированных *T. pseudospiralis*, подтверждают наиболее значимую роль аллергических реакций в развитии трихинеллеза. Анализируя динамику гематологических показателей экспериментально зараженной *T. pseudospiralis* птицы, можно констатировать, что существует корреляционная связь динамики лейкоцитов, эозинофилов и базофилов со стадийностью инвазионного процесса, свидетельствующая об информационной значимости указанных показателей в диагностике заболевания и определении стадии патологического процесса.

Список источников

1. Бритов В. А., Нивин Е. А. Трихинеллы против иммунодефицита и рака. Владивосток-Уссурийск. 2002. 75 с.

2. Гаркави Б. Л. Трихинеллез, вызываемый *Trichinella pseudospiralis* (морфология и биология возбудителя, эпизоотология и эпидемиология, диагностика, меры борьбы и профилактики) // Российский паразитологический журнал. 2007. № 2. С. 35-116.
3. Мезенцев С. В., Разумовская В. В. Распространение трихинелл в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. Барнаул, 2014. № 3 (113). С. 69–73.
4. Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции: Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 18 с.
5. Митникова О. А., Сапунов А. Я., Пшеничный А. А. Морфологические изменения крови у свиней при экспериментальном трихинеллезе // Статьи и тезисы докладов 8-й Всероссийской конференции по трихинеллезу, 30-31 мая 2000 г. М., 2000. С. 117-120.
6. Митникова О. А. Экспериментальный трихинеллез животных, вызванный *Trichinella pseudospiralis* (Garkavi, 1972) и *Trichinella spiralis* (Owen, 1835): автореф. дис. ... канд. вет. наук. Ставрополь, 1998. 22 с.
7. Пшеничный А. А. Эпизоотологические и клинико-патогенетические аспекты трихинеллеза птиц: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Ставрополь, 2004. 28 с.
8. Садовников Н. В., Придыбайло Н. Д., Верещак Н. А., Заслонов А. С. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов. Екатеринбург-Санкт-Петербург: монография. Уральская ГСХА, 2009. 86 с.
9. Сапунов А. Я. Совершенствование мер борьбы с трихинеллезом в северо-западном регионе Кавказа: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. М., 2000. 49 с.
10. Сапунов А. Я., Митникова О. А., Якимов Г. В. Распределение личинок трихинелл разных видов в мышцах свиней при экспериментальном заражении // Материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». 1999. С. 246-248.
11. Сапунов А. Я., Митникова О. А. Динамика морфологических, биохимических показателей крови при экспериментальном трихинеллезе собак // Материалы докладов 2-й региональной конференции «Актуальные проблемы ветеринарной медицины мелких домашних животных на Северном Кавказе». П. Персиановский, 1999. С. 26-27.

12. Скворцова Ф. К. *Trichinella pseudospiralis* у свиней в Камчатском крае // Материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». 2012. Вып. 13. С. 388-389.
13. Шайкенов Б. Ш., Соколова Л. А. О распространении *Trichinella pseudospiralis* в природе // Материалы докладов 3-й Всесоюзной конференции по проблеме трихинеллеза человека и животных. Вильнюс, 1981. С. 71-73.
14. Jongwutiwes S., Chantachum N., Kraivichian P., Siritasatien P., Putaporntip C., Tamburrini A., La Rosa G.F., Sreesunpasirikul C., Yingyourd P., Pozio E. First outbreak of human trichinellosis caused by *Trichinella pseudospiralis*. J. Clin. Infect. Dis. 1998; 26 (1): 111–115.
15. Pozio E., Christensson D., Steen M., Marucci G. *Trichinella pseudospiralis* foci in Sweden. J. Vet. Parasitology. 2004; 125: 335-342. DOI: 10.1016/j.vetpar.2004.07.020.
16. Ranque S., Fauge`re B., Pozio E., La Rosa G., Tamburrini A., Pellisier J. F., Brouqui P. *Trichinella pseudospiralis* outbreak in France. J. Emerg. Infect. Dis. 2000; 6 (5): 543–547. DOI: 10.3201/eid0605.000517

Статья поступила в редакцию 11.10.2021; принята к публикации 10.10.2022

Об авторах:

Боляхина Светлана Александровна, Сибирский Федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН (630501, р.п. Краснообск, Новосибирская область), г. Новосибирск, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0001-6473-0588, hohl08@rambler.ru

Ефремова Елена Александровна, Сибирский Федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН (630501, р.п. Краснообск, Новосибирская область), Новосибирский государственный аграрный университет (630039, г. Новосибирск, Добролюбова, 160), г. Новосибирск, Россия, кандидат ветеринарных наук, доцент, ORCID ID: 0000-0002-4062-3822, alfa_parazit@mail.ru

Нивин Евгений Александрович, кандидат биологических наук, доцент г. Уссурийск, Приморский край, Россия, ORCID ID: 0000-0002-6372-1409, brivin@mail.ru

Вклад соавторов:

Боляхина Светлана Александровна – проведение инструментальных исследований (взятие и обработка проб крови), анализ и систематизация экспериментальных данных, интерпретация результатов исследования и формулировка выводов.

Ефремова Елена Александровна – научное руководство, исследование проб мышечной ткани на трихинеллез, критический анализ материалов и формирование выводов, обзор исследований по проблеме.

Нивин Евгений Александрович – подготовка образцов биоматериала для заражения, экспериментальное заражение птицы, консультация по вопросам методики проведения эксперимента, интерпретация результатов исследования.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Britov V. A., Nivin E. A. *Trichinella* spp. against immunodeficiency and cancer. Vladivostok-Ussuriysk, 2002; 75. (In Russ.)
2. Garkavi B. L. Trichinellosis caused by *Trichinella pseudospiralis* (pathogen morphology and biology, epizootology and epidemiology, diagnosis, control measures and prevention). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2007; 2: 35-116. (In Russ.)
3. Mezentsev S. V., Razumovskaya V. V. Spread of *Trichinella* spp. in the Altai Territory. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*. Barnaul, 2014; 3 (113): 69–73. (In Russ.)
4. Methods of sanitary and parasitological examination of meat and meat products: Guidelines. M.: Federal Hygiene and Epidemiology Centre of the Rospotrebnadzor, 2010; 18. (In Russ.)
5. Mitnikova O. A., Sapunov A. Ya., Pshenichny A. A. Morphological changes in pig blood with experimental trichinellosis. *Stat'i i tezisy dokladov 8-y Vserossiyskoy konferentsii po trikhinellezu = Articles and Abstracts of the 8th All-Russian Conference on Trichinellosis, May 30-31, 2000*. M., 2000; 117-120. (In Russ.)
6. Mitnikova O. A. Experimental trichinellosis of animals caused by *Trichinella pseudospiralis* (Garkavi, 1972) and *Trichinella spiralis* (Owen, 1835): autoref. dis. ... Cand. Vet. Sc. Stavropol, 1998; 22. (In Russ.)

7. Pshenichny A. A. Epizootological and clinical-pathogenetic aspects of avian trichinellosis: autoref. dis. ... Cand. Vet. Sc. Stavropol, 2004; 28. (In Russ.)
8. Sadovnikov N. V., Pridybaylo N. D., Vereshchak N. A., Zaslono A. S. General and special methods for studying the blood of industrial birds. Ekaterinburg-St. Petersburg: monograph. The Ural State Agricultural Academy, 2009; 86. (In Russ.)
9. Sapunov A. Ya. Improvement of measures to control trichinellosis in the northwestern region of the Caucasus: autoref. dis. ... Dr. Vet. Sc. M., 2000; 49. (In Russ.)
10. Sapunov A. Ya., Mitnikova O. A., Yakimov G. V. Larvae distribution of different *Trichinella* species in the muscles of pigs during experimental infection. *Materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami» = Materials of the Reports from the Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences "Theory and practice of parasitic disease control"*. 1999; 246-248. (In Russ.)
11. Sapunov A. Ya., Mitnikova O. A. Dynamics of morphological and biochemical blood parameters in experimental trichinellosis in dogs. *Materialy dokladov 2-y regional'noy konferentsii «Aktual'nyye problemy veterinarnoy meditsiny melkikh domashnikh zhivotnykh na Severnom Kavkaze» = Materials of the Reports from the 2nd Regional Conference "Current issues of veterinary medicine of small domestic animals in the North Caucasus"*. Persianovskiy settlement, 1999; 26-27. (In Russ.)
12. Skvortsova F. K. *Trichinella pseudospiralis* in pigs in the Kamchatka Region. *Materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami» = Materials of the Reports from the Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences "Theory and practice of parasitic disease control"*. 2012; 13: 388-389. (In Russ.)
13. Shaikenov B. Sh., Sokolova L. A. The spread of *Trichinella pseudospiralis* in nature. *Materialy dokladov 3-y Vsesoyuznoy konferentsii po probleme trikhinelleza cheloveka i zhivotnykh = Materials of the Reports from the 3rd All-Union Conference on the issue of trichinellosis in humans and animals*. Vilnius, 1981; 71-73. (In Russ.)
14. Jongwutiwes S., Chantachum N., Kraivichian P., Siriyasatien P., Putaporntip C., Tamburrini A., La Rosa G.F., Sreesunpasirikul C., Yingyoud P., Pozio E. First outbreak of human trichinellosis caused by *Trichinella pseudospiralis*. *J. Clin. Infect. Dis.* 1998; 26 (1): 111-115.
15. Pozio E., Christensson D., Steen M., Marucci G. *Trichinella pseudospiralis* foci in Sweden. *J. Vet. Parasitology.* 2004; 125: 335-342. DOI:10.1016/j.vetpar.2004.07.020.
16. Ranque S., Fauge`re B., Pozio E., La Rosa G., Tamburrini A., Pellisier J. F., Brouqui P. *Trichinella pseudospiralis* outbreak in France. *J. Emerg. Infect. Dis.* 2000; 6 (5): 543-547. DOI: 10.3201/eid0605.000517

The article was submitted 11.10.2021; accepted for publication 10.10.2022

About the authors:

Bolyahina Svetlana A., Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the RAS (Krasnoobsk Work Settlement, 630501, Novosibirsk Region), Novosibirsk, Russia, Cand. Vet. Sc., ORCID ID: 0000-0001-6473-0588, hohl08@rambler.ru

Efremova Elena A., Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the RAS (Krasnoobsk Work Settlement, 630501, Novosibirsk Region), Novosibirsk, Russia, Cand. Vet. Sc., Associate Professor, ORCID ID: 0000-0002-4062-3822, alfa_parazit@mail.ru

Nivin Evgeny A., Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia, Cand. Biol. Sc., Associate Professor, ORCID ID: 0000-0002-6372-1409, brivin@mail.ru

Contribution of co-authors:

Bolyahina Svetlana A. – instrumental studies (blood sample taking and processing), experimental data analysis and categorization, interpretation of study results and conclusions.

Efremova Elena A. – scientific advising, study of muscle tissue samples for trichinellosis, critical analysis of materials and conclusions, a research review on the issue.

Nivin Evgeny A. – preparation of biomaterial samples for infection, experimental infection of poultry, consultation on the methodology of the experiment, interpretation of the results of the study.

All authors have read and approved the final manuscript.