

Научная статья

УДК 619:616.995.132.6

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-74-83>

Влияние интенсивности инвазии на морфологические характеристики личинок *Trichinella spiralis* при экспериментальном заражении белых крыс и распределение их в мышцах

Ольга Борисовна Жданова¹, Александр Витальевич Успенский²,
Людмила Александровна Написанова³, Ольга Владимировна Часовских⁴,
Дмитрий Владимирович Россохин⁵, Олег Николаевич Андреев⁶,
Наталья Семеновна Малышева⁷, Екатерина Олеговна Качанова⁸

^{1-3,6-8} Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. П. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

^{4,5} Вятский государственный агротехнологический университет, Киров, Россия

^{1,5} Кировский государственный медицинский университет, Киров, Россия

⁷ Курский государственный университет, Курск, Россия

¹ oliabio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4912-8518>

² a.v.uspensky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9115-9890>

³ napisanova2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0894-827X>

⁴ r.dmitry@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1349-7955>

⁵ beoli@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9492-4017>

⁶ 1980oleg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3357-9322>

⁷ kurskparazitolog@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-4659-5439>

⁸ kachanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9222-0531>

Аннотация

Цель исследований – изучение морфологических изменений капсул личинок трихинелл и распределение их в мышцах.

Материалы и методы. В эксперименте использовали 12 белых крыс, разделенных на 3 группы по 4 животных в каждой. Крыс первой группы заражали личинками трихинелл в дозе 5 личинок на 1 г массы тела, второй - в дозе 40 личинок на 1 г, крысы 3-й группы служили контролем и их не заражали. Селективное расселение личинок изучали по определению интенсивности инвазии при постмортальных исследованиях основных групп мышц животного и измерения капсул личинок в разных группах мышц.

Результаты и обсуждение. Во всей мышечной массе было обнаружено 45 ± 10 личинок трихинелл/на животное в 1-й группе, во 2-й группе число личинок составило 2250 ± 180 , в контрольной группе личинок трихинелл не обнаружили. Установлено, что распределение личинок трихинелл в мышцах зараженных животных зависит от дозы заражения: при низких дозах наибольшее число обнаружено в икроножных мышцах и диафрагме, при высоких дозах резко увеличивается число личинок в мышцах головы.

Ключевые слова: трихинеллоскопия, личинки, *Trichinella spiralis*, экспериментальное заражение, крысы

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

Конфликт интересов отсутствует.



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

Для цитирования: Жданова О. Б., Успенский А. В., Написанова Л. А., Часовских О. В., Россохин Д. В., Андреев О. Н., Малышева Н. С., Качанова Е. О. Влияние интенсивности инвазии на морфологические характеристики личинок *Trichinella spiralis* при экспериментальном заражении белых крыс и распределение их в мышцах // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 1. С. 74–83.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-74-83>

© Жданова О. Б., Успенский А. В., Написанова Л. А., Часовских О. В., Россохин Д. В., Андреев О. Н., Малышева Н. С., Качанова Е. О., 2023

Original article

Influence of intensity of infection on morphological characteristics of *Trichinella spiralis* larvae at experimental infection of white rats and their distribution in muscles

Olga B. Zhdanova¹, Alexander V. Uspensky², Lyudmila A. Napisanova³, Olga V. Chasovskikh⁴, Dmitry V. Rossokhin⁵, Oleg N. Andreyanov⁶, Natalia S. Malysheva⁷, Ekaterina O. Kachanova⁸

^{1-3,6-8} All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV” (VNIIP – FSC VIEV), Moscow, Russia

^{4,5} Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia

^{1,5} Kirov State Medical University, Kirov, Russia

⁷ Kursk State University, Kursk, Russia

¹ oliabio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4912-8518>

² a.v.uspensky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9115-9890>

³ napisanova2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0894-827X>

⁴ r.dmitry@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1349-7955>

⁵ beoli@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9492-4017>

⁶ 1980oleg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3357-9322>

⁷ kurskparazitolog@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-4659-5439>

⁸ kachanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9222-0531>

Abstract

The purpose of the research is to study the morphological changes in the capsules of *Trichinella spiralis* larvae and their distribution in muscles.

Materials and methods. In the experiment, 12 white rats were used, divided into 3 groups of 4 animals each. Rats of the first group were infected with *T. spiralis* larvae at a dose of 5 larvae per 1 g of body weight, the second – at a dose of 40 larvae per 1 g, rats of the 3rd group served as control and were not infected. The selective dispersal of larvae was studied by determining the intensity of infection in post-mortem studies of the main muscle groups of the animal and measuring the capsules of larvae in different muscle groups.

Results and discussion. In the entire muscle mass, 45 ± 10 *T. spiralis* larvae/animal were found in the 1st group, in the 2nd group the number of larvae was 2250 ± 180 , in the control group no *T. spiralis* larvae were found. It has been established that the distribution of *T. spiralis* larvae in the muscles of infected animals depends on the dose of infection: at low doses, the largest number was found in the gastrocnemius muscles and diaphragm, at high doses, the number of larvae in the muscles of the head sharply increases.

Keywords: trichinelloscopy, larvae, *Trichinella spiralis*, experimental infection, rats

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

There is no conflict of interests.

For citation: Zhdanova O. B., Uspensky A. V., Napisanova L. A., Rassokhin D. V., Chasovskikh O. V., Andreyanov O. N., Malysheva N. S., Kachanova E. O. Influence of intensity of infection on morphological characteristics of *Trichinella spiralis* larvae at experimental infection of white rats and their distribution in muscles. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(1):74–83. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-74-83>

© Zhdanova O. B., Uspensky A. V., Napisanova L. A., Rassokhin D. V., Chasovskikh O. V., Andreyanov O. N., Malysheva N. S., Kachanova E. O., 2023

Введение

Трихинеллез, вызываемый *Trichinella spiralis*, один из самых опасных гельминтозов человека и животных, как паразитарное заболевание человека известен с 60-х годов 19 столетия (Zenker, 1960). *T. spiralis* эволюционно является достаточно древним паразитом; помимо ветеринарно-санитарного и медицинского имеет также огромное биологическое значение. Трихинеллы часто служат удобными модельными объектами для изучения паразито-хозяйных взаимоотношений, эффективности антигельминтиков и иммуностимуляторов.

Несмотря на многочисленные исследования в области этиологии, патогенеза и диагностики данного гельминтоза, до сих пор еще не разработаны радикальные меры борьбы с ним и надежная профилактика этого заболевания [1-3, 6, 17].

В комплексе противотрихинеллезных мероприятий ведущее место занимает трихинеллоскопический контроль, который осуществляется различными методами компрессорной трихинеллоскопии и переваривания мышечной ткани в искусственном желудочном соке с различными технологическими и диагностическими возможностями [3-5, 7].

Многочисленные исследователи уделяли огромное внимание изучению параметров личинок *T. spiralis* и их расселению в мышцах [1, 2, 5-7, 10, 17]. Так, изучен ряд параметров капсул трихинелл у диких животных, а также у экспериментально зараженных лабораторных животных и лесных мышей после первого пассажа в них материала из спонтанно инвазированных диких животных [1, 2]. Исследователи указывают на изменение параметров капсулы трихинелл с первого и последующих пассажей в мышцах, а также их свойств, и то, что морфологическая изменчивость личинок и капсул трихинелл возникает под воздействием многих эколого-биологи-

ческих факторов. Считается, что величина и форма капсулы зависит от вида трихинелл и в меньшей степени зависит от вида хозяина, а капсулы личинок трихинелл могут иметь неодинаковые размеры у отдельных видов хозяев, что обусловлено различиями в толщине волокон поперечнополосатой мускулатуры и степенью развития личинок трихинелл. Было показано, что размеры капсул личинок в мышцах различных видов хозяев, в том числе и у человека, имеют неодинаковые размеры [1, 2, 17].

Целью исследования стало изучение морфологических особенностей капсул личинок трихинелл и распределение их в мышцах у крыс при экспериментальном заражении различными дозами личинок трихинелл.

Материалы и методы

Работа проведена на базе центра ВНИИП – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр – ВНИИЭВ им. К. И. Скрябина и Вятского агротехнологического университета. В эксперименте использовали 12 белых крыс, разделенных на 3 группы по 4 животных в каждой. Крыс первой группы заражали личинками трихинелл в дозе 5 личинок на 1 г массы тела, второй – в дозе 40 личинок на 1 г, крысы 3-й группы служили контролем и их не заражали для уточнения ширины симпластов у крыс соответствующего возраста.

Оценку заселяемости мышц личинками трихинелл проводили с учетом интенсивности инвазии при исследованиях всех групп мышц животного с описанием морфологии симпластов мышечной ткани в сравнении с таковыми здоровых животных соответствующего возраста и содержащихся в одинаковых с опытными группами условиях.

Убой всех крыс проводили через 45–50 сут с исследованием отдельно каждой группы мышц методом компрессорной трихинеллоскопией (КТ) и подсчитывали число личинок

трихинелл в срезе. Затем мышечную массу подвергали перевариванию в искусственном желудочном соке (ИЖС) по методу П. А. Владимировой. Для характеристики формы капсулы использовали индекс формы, который выражается в соотношении $2b : 2a$ (большая ось эллипса – $2a$ и малая ось – $2b$), и показывает степень округлости или вытянутости капсулы. Из общего числа найденных трихинелл в исследуемых группах мышц было определено их среднее число в одном срезе. Подсчитывали общее число выделенных личинок из 24 срезов и проводили перерасчет на один срез из исследуемой мышц в каждой из групп. Полученные данные обрабатывали с использованием пакетов программ MS Excel и Statgraphics общепринятыми методами вариационной статистики. Сравнение различий между группами проводили с применением непараметрического критерия (U) Вилкоксо-

на-Манна-Уитни. Статистически значимыми считали различия с $P < 0,05$ [5, 10, 13].

Исследования проводили в соответствии с Международными рекомендациями (этическим кодексом) по проведению медико-биологических исследований с использованием животных в соответствии с принципами, изложенными в Хельсинкской декларации. Все манипуляции осуществляли под анестезией.

Результаты и обсуждение

При исследовании методом переваривания в ИЖС по методу П. А. Владимировой всей мышечной массы исследуемых крыс было обнаружено 45 ± 10 личинок трихинелл/на животное в 1-й группе, во 2-й группе – 2250 ± 180 . Эти показатели коррелировали с числом личинок в срезе (рис. 1А, 1Б); в контрольной группе личинок трихинелл не обнаружили.

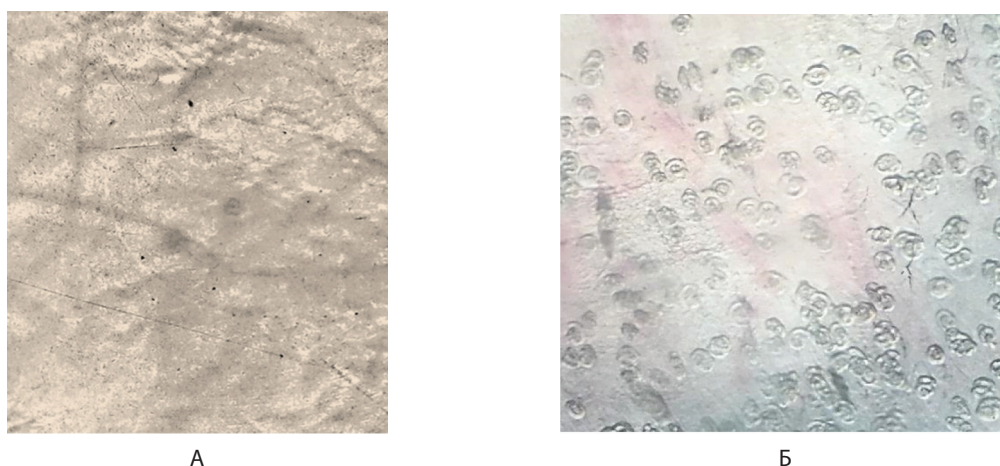


Рис. 1. Срез жевательной мышцы (*Musculus masseter*) при низкой (А) и высокой (Б) степени инвазии (увел. $\times 10$)

[Fig. 1. A cut of the chewing muscle (*Musculus masseter*) at a low (A) and high (B) degree of infection (magnification $\times 10$)]

Капсулы личинок трихинелл в мышцах экспериментально зараженных малыми дозами личинок крыс имели достаточную вариативность по морфометрическим параметрам и распределению по группам мышц (табл. 1).

Учитывая, что средний индекс капсулы был более $0,7 \pm 0,05$, форма большинства капсул приближена к эллипсу; расчёт проводили по соотношению оси $2b$ к $2a$. Большая ось эллипса ($2a$) варьировала от $190,05$ мк в мышцах диафрагмы до $330,17$ мк в икроножных; по малой оси ($2b$) – от $138,45$ до $250,45$ мк соответственно. Индекс капсулы незначительно

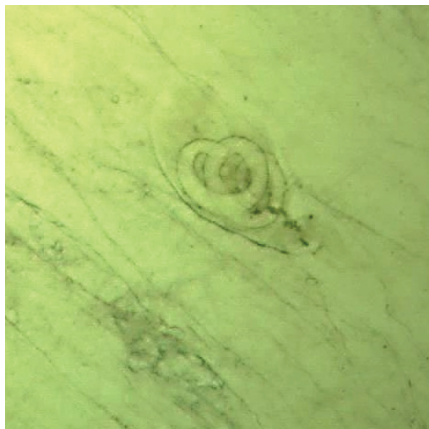
колебался в разных группах мышц (табл. 1, 2). При определении формы в количественном отношении преобладали овальные капсулы: выявлено 90% капсул с овальной формой, 4% с вытянутой формой, которые были обнаружены в жевательных мышцах вблизи сухожилий и 6% округлых капсул. Вышесказанное подтверждается многочисленными данными, указывающими, что капсулы овальной формы характерны для вариетета *T. spiralis*.

Морфометрические параметры капсулы при сильном заражении практически не отличались от таковых при слабом заражении.

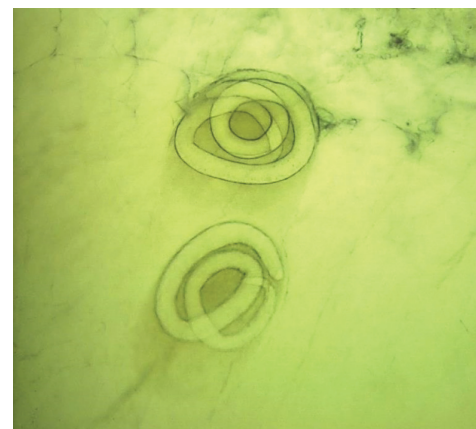
Таблица 1 [Table 1]

Морфометрические параметры личинок трихинелл и их распределение в мышцах при экспериментальном трихинеллезе при низкой дозе заражения
[Morphometric parameters of *T. spiralis* larvae and their distribution in the muscles at experimental trichinellosis at a low dose of infection]

Группа мышц [Muscle group]	Индекс капсулы [Capsule Index]	Среднее число личинок в срезе [Average number of larvae per cut]	Процент в исследуемых мышцах от общего числа личинок [Percentage in the studied muscles of the total number of larvae]
Мышцы головы [Muscles of the head]: Язык [Tongue] Жевательные [Chewing]	0,75±0,11 0,78±0,05	1,7±0,5 2,2±0,3	10 6
Мышцы шеи [Neck muscles]	0	0	0
Мышцы передней конечности [Muscles of the forelimb]: Проксимальная группа [Proximal group] Дистальная группа [Distal group]	0,81±0,03 0,83±0,03	0,5±0,05 1,9±1,1	3 7
Диафрагма [Diaphragm] Межреберные [Intercostal] Поясничные [Lumbar]	0,85±0,5 0 0	1,5±0,3 0 0	15
Мышцы хвоста [Tail muscles] Мышцы задней конечности [Muscles of the hind limb]: Проксимальная группа [Proximal group] Дистальная группа [Distal group]	0,79±0,5 0,81±0,1 0,81±0,05	1,5±0,3 1,7±0,05 8,8±0,05	6 16 37



А



Б

Рис. 2. Личинки *T. spiralis* (увел. × 200):
А – вытянутой овальной формы в жевательных мышцах; Б – округло-овальной формы в икроножных мышцах

[Fig. 2. *T. spiralis* larvae (magnification × 200):
А – elongated oval shape in chewing muscles; Б – round-oval shape in the calf muscles]

Однако, число их в различных мышцах значительно отличалось от распределения личинок при малом заражении (табл. 1 и 2).

Учитывая то, что инвазионный материал был генетически однороден, была предпринята попытка оценить влияние особенностей мышечной ткани на формирование капсул трихинелл в мышцах белых крыс. Известно,

что в построении мышечной ткани участвуют соединительнотканый, сосудистый и нервный компоненты, которые определяют вариант строения миосимпласта. Пучок поперечнополосатых мышечных волокон покрыт снаружи от сарколеммы тонкой соединительнотканной оболочкой – эндомизием. Пучки волокон различной величины

Таблица 2 [Table 2]

Морфометрические параметры личинок трихинелл и их распределение в мышцах при экспериментальном трихинеллезе при высокой дозе заражения
[Morphometric parameters of *T. spiralis* larvae and their distribution in muscles in experimental trichinosis at a high dose of infection]

Группа мышц [Muscle group]	Индекс капсулы [Capsule Index]	Среднее число личинок в срезе [Average number of larvae per cut]	Процент в исследуемых мышцах от общего числа личинок [Percentage in the studied muscles of the total number of larvae]
Мышцы головы [Muscles of the head]: Язык [Tongue] Жевательные [Chewing]	0,73±0,1 0,78±0,1	3,6±0,5 4,2±0,3	17 19
Мышцы шеи [Neck muscles]	0,75±0,1	1,1±0,05	1
Мышцы передней конечности [Muscles of the forelimb]: Проксимальная группа [Proximal group] Дистальная группа [Distal group]	0,82±0,3 0,83±0,3	1,5±0,05 2,3±1,1	8 9
Диафрагма [Diaphragm] Межреберные [Intercostal] Поясничные [Lumbar]	0,85±0,5 0,86±0,1 0,79±0,1	2,5±0,3 1,5±0,05 1,8±0,05	14
Мышцы хвоста [Tail muscles] Мышцы задней конечности [Muscles of the hind limb]: Проксимальная группа [Proximal group] Дистальная группа [Distal group]	0,80±0,5 0,81±0,1 0,82±0,05	1,9±0,3 3,1±0,05 8,2±0,05	5 10 17

окружены и отделены друг от друга тонкими прослойками соединительной ткани, которые образуют внутренний перимизий. Миосимпласт является стержневым компонентом мышечного волокна, которое включает также базальную мембрану из фибрилл и аморфного вещества. Миосимпласты ограничены плотной плазмолеммой, которая и обуславливает возможность распределения личинки внутри миосимпласта, а, следовательно, влияет на ее формообразование. Фибриллы базальной мембраны связаны с эндомиозием прослойками соединительной ткани. По мере приближения к сухожилию, появляются тендиноциты, которые имеют удлиненное ядро и небольшое количество цитоплазмы, и отростки. Также появляются пучки коллагеновых волокон первого порядка, которые окутаны рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью (эндотендинем). У крыс опытных групп продольная исчерченность, образованная миофибриллами, становится искривленной за счет личинок. Кроме того, ширина мышечного волокна незначительно превышала ширину волокон соответствующих мышц у контрольных животных (средняя ширина миосимпласта у контрольных животных составила 135,5±10,5

мк в диафрагме и 210,5±15,5 мк в икроножных мышцах), хотя ширина личинок обычно постоянна. По данным О. Н. Андреенова [1], лабораторный изолят ВИГИС имеет ширину 235,1±8,47 мк у крыс. У других изолятов ширина обычно отличается [10-15].

Диаметр миоцитов составляет от 2 до 20 мкм, а мышечного волокна не постоянны и определяется особенностями мышцы (мышечные волокна более толстые в мышцах спины и конечностей), полом, возрастом, особенностями кормления, физической активностью. Также, следует отметить изменения в структуре опорного аппарата (внешнего и внутреннего) при инвазии. Внешний аппарат обеспечивает поддержание формы мышечного волокна, в том числе и при внедрении личинок. Учитывая, что он содержит компоненты соединительно-тканной оболочки, то на формообразование волокна и личинки также будет влиять количество и качество соединительно-тканых волокон. Кроме того, следует учитывать возраст заражаемых животных: мышцы удлиняются до полового созревания и до 7–8 мес. у крыс компенсаторные процессы могут носить характер гипертрофии, в то время как у старых животных преобладают дистрофические процессы и истончение мы-

шечной ткани. Следует отметить, что волокна различаются не только по своим биохимическим особенностям, но и по размерам: у гликолитических волокон диаметр существенно больше, чем у оксидативных. Это сказывается на величине развиваемого ими напряжения. Число толстых и тонких филаментов на единицу площади поперечного сечения примерно одинаково для всех типов скелетных мышечных волокон. Таким образом, чем значительнее диаметр волокна, тем большее число параллельно задействованных толстых и тонких филаментов участвует в генерировании силы и тем больше максимальное напряжение мышечного волокна. Отсюда следует, что гликолитическое волокно, имеющее больший диаметр, развивает в среднем большее напряжение по сравнению с напряжением оксидативного волокна. Таким образом, капсулы трихинелл в данных волокнах более крупные как за счет меньшего сдавливания, так и наличия большего количества гликогена, служащего питательным субстратом для гельминта.

С другой стороны, на форму капсул влияют и свойства самих личинок: их размер, размещение внутри капсулы (спирально или вытянутые, скрепкообразные или s-образные). Личинки, находящиеся внутри преобразованной саркоплазмы, могут менять положение и конфигурацию, хотя известно, что скручивание в спираль представляет собой адаптивное состояние, обусловленное стремлением паразита к уменьшению поверхностного воздействия на ткани хозяина.

Заключение

Полученные результаты по изменчивости распределения личинок трихинелл и морфологическим особенностям их капсул указывают на адаптивные способности трихинелл к различным группам поперечнополосатой мышечной ткани хозяев. Отмечены закономерности морфометрических показателей симпластов с личинками и без (у контрольных животных) и индекса капсул личинок трихинелл, а также отличия в их распределении в различных группах мышц.

Установлено, что изменчивость расселения личинок при различных дозах заражения и морфологические особенности их капсул характеризуют особенности взаимоотношений

паразита и хозяина. Величина и форма капсулы паразита во многом зависят от состояния мышечной ткани хозяина.

Результаты исследований представляют важное значение не только с морфологических позиций, но и в рамках оптимизации трихинеллоскопического контроля при различной интенсивности инвазии [6, 7, 11, 14-17].

Список источников

1. Андреев О. Н. Сравнительная морфология капсул личинок трихинелл от разных видов хозяев // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2014. № 2 (22). С. 27-29.
2. Вазагова З. М., Бочарова М. М. Структура морфологического разнообразия капсулы личинок трихинелл в мышцах экспериментально зараженных млекопитающих // Российский паразитологический журнал. 2012. № 1. С. 21-28.
3. Жданова О. Б., Ашихмин С. П., Окулова И. И., Бельтюкова З. Н. Распространенность *T. spiralis* и некоторые особенности профилактики трихинеллеза в Кировской области // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 1 (286). С. 46-49.
4. Жданова О. Б., Распутин П. Г., Масленникова О. В. Трихинеллез плотоядных и биобезопасность окружающей среды // Экология человека. 2008. № 1. С. 9-11.
5. Жданова О. Б., Калужских Т. И., Ашихмин С. П., Масленникова О. В., Распутин П. Г., Мутушвили Л. Р. Гельминтозы собак Кировской области и биобезопасность окружающей среды // Теоретическая и прикладная экология. 2008. № 3. С. 49-53.
6. Жданова О. Б., Окулова И. И., Зарубин Б. Е., Домский И. А., Успенский А. В., Написанова Л. А., Россохин Д. В. Морфологические особенности и распределение личинок трихинелл в мышцах у рыси // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 2. С. 17-23. doi: 10.31016/1998-8435-2021-15-2-17-23
7. Жданова О. Б., Написанова Л. А., Репина Е. В. Сравнительное изучение топографии кишечного-ассоциированной лимфоидной ткани стенки кишечника у песца при гельминтозах // Труды Всероссийского НИИ гельминтологии им. К. И. Скрябина. 2006. Т. 42. С. 131-138.
8. Мартусевич А. К., Жданова О. Б. Исследование зависимости кристаллогенной активности биосреды от интенсивности экспериментальной инвазии *Trichinella spiralis* // Российский паразитологический журнал. 2013. № 2. С. 64-71.

9. Написанова Л. А., Жданова О. Б., Ашихмин С. П., Окулова И. И., Андреев О. Н., Хайдарова А. А. Трихинеллез: некоторые аспекты его мониторинга и профилактики // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции. 2016. Вып. 17. С. 280- 282
10. Успенский А. В., Жданова О. Б., Андреев О. Н., Написанова Л. А., Малышева Н. С. Трихинеллоскопия туш домашних и диких животных // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 3. С. 71-75. doi: 10.31016/1998-8435-2021-15-3-71-75
11. Успенский А. В., Написанова Л. А., Андреев О. Н., Жданова О. Б., Малышева Н. С. Основные направления совершенствования компрессорной трихинеллоскопии // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2022. Вып. 23. С. 471-477. doi: 10.31016/978-5-6046256-9-9.2022.23.471-477
12. Успенский А. В., Арисов М. В., Гулюкин М. И., Скворцова Ф. К. Особенности ограничительных мероприятий при трихинеллезе // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 3. С. 88-92. doi: 10.31016/1998-8435-2019-13-3-88-92
13. Шайкенов Б. Ш. Биология возбудителей трихинеллеза и альвеолярного эхинококкоза. Алматы, 2003. 308 с.
14. Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов: сборник нормативных документов. М.: Изд-во Минсельхозпрода РФ, 1988. 223 с.
15. Эпидемиологический надзор за трихинеллезом: методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. 26 с.
16. Янченко А. Е., Чернигов В. Д., Крыжевич С. М. Сравнительное изучение методов обработки срезов для трихинеллоскопии мяса и мясных продуктов // Современные проблемы иммунологии, ветеринарии и животноводства. 1987. С. 77-78
17. Kim C. W., Pawłowski Z. S. Trichinellosis: proceedings of the Fourth International Conference on Trichinellosis, August 26-28, 1976, Poznań, Poland. P. 519-523.

Статья поступила в редакцию 25.07.2022; принята к публикации 10.02.2023

Об авторах:

Жданова Ольга Борисовна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-4912-8518, oliabio@yandex.ru

Успенский Александр Витальевич, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0001-9115-9890, a.v.uspensky@yandex.ru

Написанова Людмила Александровна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-0894-827X, napisanova2015@yandex.ru

Россохин Дмитрий Владимирович, Вятский государственный агротехнологический университет (610017, г. Киров, Октябрьский пр-т, 133), г. Киров, Россия, ORCID ID: 0000-0002-1349-7955, r.dmitry@yandex.ru

Часовских Ольга Владимировна, Вятский государственный агротехнологический университет (610017, г. Киров, Октябрьский пр-т, 133), г. Киров, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0001-9492-4017, beoli@yandex.ru

Андреев Олег Николаевич, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0003-3357-9322, 1980oleg@mail.ru

Малышева Наталия Семеновна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-4659-5439, kurskparazitolog@yandex.ru

Качанова Екатерина Олеговна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-9222-0531, kachanova@vniigis.ru

Вклад соавторов:

Жданова Ольга Борисовна – написание текста статьи, редактирование.

Успенский Александр Витальевич – научное руководство, утверждение окончательного варианта статьи.

Написанова Людмила Александровна – сбор материала.

Россохин Дмитрий Владимирович – сбор материала.

Часовских Ольга Владимировна – сбор материала.

Андреев Олег Николаевич – концепция исследования.

Малышева Наталия Семеновна – научное руководство.

Качанова Екатерина Олеговна – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Andreanov O. N. Comparative morphology of capsules of larvae trichinella from different types of hosts. *Aktual'nyye voprosy veterinarnoy biologii = Actual questions of veterinary biology*. 2014; 2 (22): 27-29. (In Russ.)
2. Vazagova Z. M., Bocharova M. M. The structure of the morphological diversity of the capsule of trichinella larvae in the muscles of experimentally infected mammals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2012; 1: 21-28. (In Russ.)
3. Zhdanova O. B., Ashikhmin S. P., Okulova I. I., Belyukova Z. N. Prevalence of *T. spiralis* and some features of prevention of trichinellosis in the Kirov region. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya = Public health and habitat*. 2017; 1 (286): 46-49. (In Russ.)
4. Zhdanova O. B., Rasputin P. G., Maslennikova O. V. Trichinellosis of carnivores and environmental biosafety. *Ekologiya cheloveka = Human ecology*. 2008; 1: 9-11. (In Russ.)
5. Zhdanova O. B., Kaluzhskikh T. I., Ashikhmin S. P., Maslennikova O. V., Rasputin P. G., Mutoshvili L. R. Helminthiasis of dogs of the Kirov region and environmental biosafety. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and applied ecology*. 2008; 3: 49-53. (In Russ.)
6. Zhdanova O. B., Okulova I. I., Zarubin B. E., Domsy I. A., Uspenskiy A. V., Napisanova L. A., Rossokhin D. V. Morphological features and distribution of *Trichinella* sp. larvae in the muscles of the lynx. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (2): 17-23. (In Russ.) doi: 10.31016/1998-8435-2021-15-2-17-23
7. Zhdanova O. B., Napisanova L. A., Repina E. V. Comparative study of the topography of intestinal-associated lymphoid tissue of the intestinal wall in arctic fox with helminthiasis. *Trudy Vserossiyskogo NII gel'mintologii im. K. I. Skryabina = Proceedings of the All-Russian Research Institute of Helminthology named after K. I. Skryabin*. 2006; 42: 131-138. (In Russ.)
8. Martusevich A. K., Zhdanova O. B. Investigation of interaction between biological fluid crystallogenic activity and intensity of experimental infection by *Trichinella spiralis*. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2013; 2: 64-71. (In Russ.)
9. Napisanova L. A., Zhdanova O. B., Ashikhmin S. P., Okulova I. I., Andreyanov O. N., Haidarova A. A. *Trichinella* infection: some aspects of its monitoring and prophylaxis. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii = «Theory and practice of combating parasitic diseases»: materials of scientific conference reports*. 2016; 17: 280- 282. (In Russ.)
10. Uspenskiy A. V., Zhdanova O. B., Andreyanov O. N., Napisanova L. A., Malysheva N. S. Trichinelloscopy of domestic and wild animal carcasses. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (3): 71-75. (In Russ.) doi:10.31016/1998-8435-2021-15-3-71-75
11. Uspenskiy A. V., Pisanova L. A., Andreyanov O. N., Zhdanova O. B., Malysheva N. S. The main directions of improvement of compressor trichinelloscopy. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = «Theory and practice of combating parasitic diseases»: collection of scientific articles based on the materials of the international scientific conference*. 2022; 23: 471-477. (In Russ.) doi: 10.31016/978-5-6046256-9-9.2022.23.471-477
12. Uspenskiy A. V., Arisov M. V., Guliukin M. I., Skvortsova F. K. Patterns of restrictive measures in the case of trichinellosis. Myth or reality. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (3): 88-92. (In Russ.) doi: 10.31016/1998-8435-2019-13-3-88-92
13. Shaikenov B. Sh. Biology of the agent trichinellosis and alveolar echinococcosis. *Almaty*, 2003; 308.
14. Rules of veterinary inspection of slaughter animals and veterinary and sanitary examination of meat and meat products: collection of regulatory documents. Moscow, Publishing House of the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation, 1988; 223. (In Russ.)
15. Epidemiological surveillance of trichinosis: Methodological guidelines. Moscow, Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2014; 26. (In Russ.)
16. Yanchenko A. E., Chernigov V. D., Kryzhevich S. M. Comparative studying of methods to process the cuts for meat and meat products trichinoscopy. *Sovremennyye problem immunologii, veterinarii i zhivotnovodstva = Modern immunology, veterinary and animal husbandry problems*. Vitebsk, 1987; 77-78. (In Russ.)
17. Kim K. V., Pavlovsky Z. S. Trichinosis: proceedings of the Fourth International Conference on Trichinosis, August 26-28, 1976, Poznan, Poland. 519-523.

The article was submitted 25.07.2022; accepted for publication 10.02.2023

About the authors:

Zhdanova Olga B., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Doctor of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0003-4912-8518, oliabio@yandex.ru

Uspensky Alexander V., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0001-9115-9890, a.v.uspensky@yandex.ru

Napisanova Lyudmila A., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0003-0894-827X, napisanova2015@yandex.ru

Rossokhin Dmitry V., Vyatka State Agrotechnological University (610017, Kirov, Oktyabrsky pr-t, 133), Kirov, Russia, ORCID ID: 0000-0002-1349-7955, r.dmitry@yandex.ru

Chasovskikh Olga V., Vyatka State Agrotechnological University (610017, Kirov, Oktyabrsky pr-t, 133), Kirov, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0001-9492-4017, beoli@yandex.ru

Andreyanov Oleg N., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Doctor of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0003-3357-9322, 1980oleg@mail.ru

Malysheva Natalia S., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Doctor of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-4659-5439, kurskparazitolog@yandex.ru

Kachanova Ekaterina O., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russia, Cand. Sc. Biol., ORCID ID: 0000-0002-9222-0531, kachanova@vniigis.ru

Contribution of co-authors:

Zhdanova Olga B. – writing the text of the article, editing.

Uspensky Alexander V. – scientific guidance, approval of the final version of the article.

Napisanova Lyudmila A. – collection of material.

Rossokhin Dmitry V. – collection of material.

Chasovskikh Olga V. – collection of material.

Andreyanov Oleg N. – the concept of the study.

Malysheva Natalia S. – scientific guide.

Kachanova Ekaterina O. – analysis and interpretation of the obtained data, preparation of the article.

All authors have read and approved the final manuscript.