

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-4-1236

УДК 636.939:591.169.1



Научная статья

## ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИЧИНОК В МЫШЦАХ И НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ *GALLUS GALLUS* ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ЗАРАЖЕНИИ *TRICHINELLA PSEUDOSPIRALIS*

*О.Б. Жданова, О.В. Часовских*

**Обоснование.** Мясо птицы основного хозяина бескапсульного вида является наиболее популярным у населения. Потребитель охотно приобретает как мясо цыплят, кур-несушек, уток, индюков и гусей, так и боровой дичи. Однако, до настоящего времени нет определенных указаний на процедуру диагностики мяса птицы на трихинеллез. В связи с чем, научной новизной данного исследования стало уточнение групп поражаемых мышц при экспериментальной инвазии *Gallus gallus*, так как основной опасностью для людей является отсутствие характерных клинических признаков трихинеллеза у птиц.

**Цель исследования** – изучить распределение личинок в мышцах и некоторые показатели периферической крови кур-несушек при экспериментальном заражении *Trichinella pseudospiralis*.

**Материалы и методы.** Птиц опытной группы взвешивали и внутрь зоба вводили изолят личинок *T. pseudospiralis* в дозе 2 лич./г массы тела (3600±400 тыс. личинок на птицу). Личинки *T. pseudospiralis*, используемые для экспериментального заражения птицы, первоначально выделены из мышечной ткани птицы, и поддерживались на лабораторных животных. С целью определения распределения личинок в мышцах птицы *T. pseudospiralis* через 3,5-4 мес. после экспериментального заражения 12 курочек опытной группы подвергли эвтаназии. Птиц из эксперимента выводили в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» и в соответствии с принципами положения Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board). Объекты исследования микроскопировались при увеличении x20 и x80, с изготовлением фотографий (Vision Bio, 2014г.). Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных пакетов программ MS Excel и Statgraphics.

**Результаты исследований.** Средняя интенсивность инвазии составила  $1570 \pm 340$  лич./г мышц от проб мышц исследуемых групп. Показатели крови на протяжении 30 недель изменялись незначительно, находились на нижней границе физиологической нормы. При исследовании компрессионной трихинеллоскопией 72 срезов обнаружено, что наибольшее количество личинок обнаружено в мышцах головы и языка, меньшее в мышцах шеи и голени, в мышцах груди личинок при данном заражении не обнаружили.

**Заключение.** В заключение необходимо отметить, что в настоящее время в агропромышленном комплексе должен быть стандартизирован трихинеллоскопический контроль. Необходимо исследовать мышцы головы и шеи птиц, которые в наших исследованиях оказались наиболее сильно инвазированы трихинеллами и обращать особое внимание на края срезов проб.

**Ключевые слова:** *T. pseudospiralis*; *Gallus gallus*; морфология; личинка; трихинелла; гематология; эритроциты; лейкоциты

**Для цитирования.** Жданова О.Б., Часовских О.В. Изучение распределения личинок в мышцах и некоторые показатели периферической крови *Gallus gallus* при экспериментальном заражении *Trichinella pseudospiralis* // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №4. С. 63-81. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-4-1236

Original article

## STUDY OF THE DISTRIBUTION OF LARVAE IN MUSCLES AND SOME PERIPHERAL BLOOD PARAMETERS OF *GALLUS GALLUS* IN EXPERIMENTAL INFECTION WITH *TRICHINELLA PSEUDOSPIRALIS*

*O.B. Zhdanova, O.V. Chasovskikh*

**Background.** Poultry meat, the main host of the capsule-free species, is the most popular among the population. The consumer willingly buys both meat of chickens, laying hens, ducks, turkeys and geese, and hog game. However, to date there are no specific indications for the procedure for diagnosing poultry meat for trichinosis.

In this regard, the scientific novelty of this study was the clarification of the groups of affected muscles during the experimental invasion of *Gallus gallus*,

since the main danger to humans is the absence of characteristic clinical signs of trichinosis in birds.

**The aim of the study** was to study the distribution of larvae in the muscles and some indicators of peripheral blood of birds during experimental infection with *Trichinella pseudospiralis*.

**Materials and methods.** The birds of the experimental group were weighed and *T. pseudospiralis* larvae isolate was injected into the tooth at a dose of 2 lich./g of body weight (3600±400 larvae per bird). *T. pseudospiralis* larvae used for experimental infection of poultry were originally isolated from the muscle tissue of poultry, and were maintained on laboratory animals. In order to determine the distribution of larvae in the muscles of *T. pseudospiralis* poultry, 6 chickens of the experimental group were euthanized 3,5-4 months after experimental infection. The birds were removed from the experiment in accordance with the "Rules for carrying out work using experimental animals" and in accordance with the principles of the Helsinki Declaration of the World Medical Association (Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board). The objects of the study were microscopized at magnification x 20 and x 80, with the production of photographs (Vision Bio, 2014). The data obtained were processed using standard MS Excel and Statgraphics software packages.

**Research results.** The average of the intensity of the invasion was 1570±340 l/g of muscles from muscle samples of the studied groups. The indicators of red blood for 30 weeks changed slightly were at the lower limit of the physiological norm. During the study of compression trichinelloscopy of 72 sections, it was found that the largest numbers of larvae were found in the muscles of the head and tongue, less in the muscles of the neck and lower leg, no larvae were found in the chest muscles during this infection.

**Conclusion.** In conclusion, it should be noted that currently trichinelloscopic control should be standardized in the agro-industrial complex. It is necessary to examine the muscles of the head and neck of birds, which in our studies were most heavily invaded by trichinella, and pay special attention to the edges of the sample sections.

**Keywords:** *T. pseudospiralis*; *Gallus gallus*; morphology; larva; trichinella; hematology; erythrocytes; leukocytes

**For citation.** Zhdanova O.B., Chasovskikh O.V. Study of the Distribution of Larvae in Muscles and Some Peripheral Blood Parameters of *Gallus gallus* in Experimental Infection with *Trichinella pseudospiralis*. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 4, pp. 63-81. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-4-1236

## Введение

Трихинеллез – опасное зоонозное заболевание. В настоящее время возбудитель выявлен у самых разных животных: у большинства видов млекопитающих, птиц и пресмыкающихся на всех континентах. Личинки трихинелл впервые обнаружил Дж. Педжет, а описал Оуэн (Owen, 1835). В настоящее время принято несколько систематик нематод рода трихинелла. На наш взгляд наиболее точной является следующая: Nematoda Rudolphi, 1808; подкласс Aphasmidia Chitwood et Chitwood, 1933; отряд Trichocephalida Skrjabin et Schulz, 1928; подотряд Trichocephalata Skrjabin et Schulz, 1928; надсемейство Trichinnellidae Ward, 1907; род *Trichinella* Railliet, 1895 и *Bessonoviella* Garkavi, 1994; виды *Trichinella spiralis* (*spiralis*) Owen, 1835, *Trichinella spiralis* (*nativa*) (образующие капсулы) и *Trichinella pseudospiralis* Garkavi, 1972, (бескапсульные). О паразитировании трихинелл у разных видов млекопитающих животных неоднократно сообщалось отечественными и зарубежными исследователями на протяжении XVIII, XIX, XX столетий, впоследствии появились сообщения о инвазии трихинеллами птиц. У птиц и пресмыкающихся паразитируют бескапсульные виды (*T.pseudospiralis*, *T.zimbabwensis* и др.), которые способны совершать полный биологический цикл развития в организме птиц. Б.Л. Гаркави, исследуя мышцы енота полосуна (*Porcyon lotor*) из Дагестана, обнаружил в мышцах личинки трихинеллы без капсул. Благодаря дальнейшим и исследованиям Б.Л. Гаркави (1972-2002), А.С. Бессонова (1985, 2000), А.Я. Ярошенко (1985, 2000), были зарегистрированы многочисленные случаи паразитирования бескапсульных трихинелл у ряда синантропных и диких видов животных. Также распространению, диагностике, лечению и экспериментальному воспроизведению данной инвазии посвящены многочисленные публикации А.Я. Сапунова (1982, 1996-2000); Н.Н. Озерецковской (1967, 1969, 2000); и др. [5-7; 10; 21-28].

После открытия возбудителя *T. pseudospiralis* Б.Л. Гаркави (1972), трихинеллез вызванный личинками этого вида неоднократно воспроизводили экспериментально на различных моделях, таких как инвазия *T. pseudospiralis* птиц (использовались сем. Куриные, Перепелиные и др.), а также этими же личинками заражали лабораторных животных (различные виды грызунов и морские свинки) [2-5; 12-20; 26-30]. Наиболее важный из описанных эксперимент заключался в том, что одни и те же виды лабораторных животных были инвазированы личинками трихинелл, полученными от домашней свиньи. Все зрелые личинки, находящиеся в мышечной ткани в результате заражения животных видом трихинелл, полученными

от домашней свиньи (капсульным), имели капсулу и были свернуты в тугую спираль.

Затем эти же виды лабораторных животных заражали личинками *T. pseudospiralis*, полученными от енота полоскуна, гельминты в мышцах имели ряд отличий: они были плотно свернутые вдоль мышечного волокна, образуя эллипс, а главным отличием было то, что у 100 процентов личинок не было обнаружено капсул в отличие от трихинелл классического капсулообразующего вида. И, таким образом, было предложено считать их новым видом и, учитывая отсутствие капсул, этот вид был назван *T. pseudospiralis* [7]. Несмотря на то, что упомянутые виды морфологически схожи, *T. pseudospiralis* отличается несколько меньшими размерами, а самым главным доказательством различия этих видов является полное отсутствие способности к размножению при их скрещивании. Далее, с помощью ПЦР также был идентифицирован набор других различных признаков для анализа генетической взаимосвязи между ними. Помимо вида описанного Гаркави Б.Л. *T. pseudospiralis*, имеются и другие варианты бескапсульных трихинелл [8; 28-30]. Учитывая вышесказанное, мониторинг распространения *T. pseudospiralis* в РФ крайне актуален. Также следует учитывать, что в настоящее время мясо птицы - основного хозяина бескапсульного вида, является наиболее популярным у населения. Потребители охотно приобретают как мясо цыплят, кур-несушек, уток, индюков и гусей, так и боровой дичи. Однако, на сегодняшний день нет конкретных указаний на процедуру диагностики мяса птицы на трихинеллез. Главной опасностью для человека является отсутствие характерных клинических признаков болезни у птиц. Окончательно не разработаны все этапы прижизненной и послеубойной диагностики, и, соответственно, не отражены в нормативных документах по исследованию мяса домашних кур с целью исключения возбудителя трихинеллеза, особенно в неблагополучных районах, где имеются заболевания диких животных и/или диагностируется трихинеллез среди поголовья домашних животных и птиц. В результате появляются случаи инвазии данным возбудителем человека, например, в 2003 году в Алтайском крае впервые был установлен трихинеллез человека, причиной которого стало употребление в пищу мяса домашних кур с последующим выделением личинок трихинелл [12; 13]. Учитывая цикл развития и особенности трофических связей в биоценозах, в районах, где зафиксировано присутствие трихинелл в естественном ареале необходимо уделять пристальное внимание к трихинеллоскопии мяса диких птиц и продуктов охоты. Также нуждается в регулировании алгоритм исследо-

вания продуктов убоя домашней птицы. При установлении факта заражения сельскохозяйственной птицы личинками трихинелл бескапсульного вида необходимо проводить детальное изучение источников инвазии и ее распространения [12; 13]. Исследования продуктов убоя сельскохозяйственных животных и диких плотоядных животных выявили достаточно широкое распространение *T. pseudospiralis*, однако до сих пор не имеется четких указаний о том какие мышцы, и в каком количестве следует исследовать при диагностике трихинеллеза у животных и домашней птицы [2-13]. В настоящее время в научной литературе не имеется полного совпадения точек зрения по локализации личинок в мышечной ткани птиц, хотя большинство авторов считает мышцы головы наиболее предпочтительными для исследования на трихинеллез у цыплят и кур-несушек.

Учитывая цикл развития и биоценоз паразита в районах, где регистрируется наличие трихинелл в природном ареале, и продуктах охотничьего промысла, подверженных инвазированию трихинеллами, при наличии неблагополучных пунктов по трихинеллезу свиней, пушных зверей или боровой дичи необходимо проводить трихинеллоскопию 72 и более срезов у птиц [10; 12; 13; 21]. Исследование продуктов убоя птицы, полученных в домашних условиях при наличии случаев заражения в данных районах, также должно быть регламентировано. Однако, в настоящее время нет полного совпадения мнений в научной литературе по вопросу о локализации личинок в мышечной ткани птиц. Некоторые авторы считают предпочтительными для исследования на трихинеллез у кур мышцы головы и шеи. [3; 8; 12], а другие исследователи отмечают большую интенсивность поражения мышц конечностей [28-31]. В этой связи была предпринята попытка изучения селективного распределения личинок при экспериментальном заражении птицы *T. pseudospiralis* и оценка гематологических показателей.

**Цель исследований** – изучить распределение личинок в мышцах и некоторые показатели периферической крови птиц при экспериментальном заражении *T. pseudospiralis*. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: изучение особенностей паразитирования Дальневосточного изолята возбудителя (*T. pseudospiralis*) на экспериментальной модели, инвазирование кур-несушек, подобранных по методу аналогов, взятие и исследование крови и постмортальное исследование различных групп мышц. Исследования проводили по следующей схеме: у куриц из каждой группы (24 головы), брали кровь в динамике, были выполнены гематологические анализы по общепринятой схеме, далее, после выведения из эксперимента, у птиц изучали распределение личинок в мышцах.

### Материалы и методы исследования

Эксперименты по заражению кур-несушек проводились в виварии ВНИИП-филиал ВИЭВ (Курилово). Всего было отобрано 24 головы по методу аналогов. При проведении всех доклинических исследований руководствовались правилами и рекомендациями Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых при экспериментальных исследованиях (1997 г.). Птица содержалась в стандартных условиях (при температуре воздуха +20°C, влажности 60%), с дачей стандартизированного рациона.

Предварительно проводили взвешивание кур-несушек для расчета дозы личинок Дальневосточного изолята *T. pseudospiralis* заражения (2 лич./г массы тела), затем внутрь зоба вводили 3500±400 тыс. личинок на каждую птицу. Все личинки *T. pseudospiralis*, используемые для экспериментального заражения птицы, первоначально выделены из мышечной ткани млекопитающих в дикой природе и поддерживались на лабораторных животных и птицах (на видах *Coturnix coturnix* и *Gallus gallus domesticus*). Для изучения распределения личинок *T. pseudospiralis* в различных мышцах, кур-несушек (12 голов) из опытной группы подвергли эвтаназии через 3,5-6 мес. после экспериментального заражения. Определяли интенсивность инвазии (ИИ), для этого подсчитывали количество личинок в срезе и параллельно проводили исследование методом пептолиза, или перевариванием в искусственном желудочном соке (ИЖС) по методу П. А. Владимировой (1964). Пептолиз проводили при 37°, ИЖС готовили по стандартизированной методике [4]. Затем, после переваривания мышечной ткани головы шейного отдела выделяли личинок трихинелл и проводили их перерасчет на 1 грамм мышечной ткани для каждой курицы отдельно и определяли среднее значение по группе зараженных кур-несушек. Для изучения изменений в составе крови из вены Saphena брали пробы крови в вакуумные пробирки с ЭДТА с добавлением кристалла цитрата натрия. Вакуумные пробирки с К2 ЭДТА содержат два калиевых иона и они повсеместно применяется для сбора крови для гематологических исследований и изучения морфологического состава крови.

Из эксперимента птиц выводили в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» и с принципами положения Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board). Затем, методом переваривания в ИЖС по методу П. А. Владимировой (1964), описанным выше, из мышечной ткани головы, туловища,

шейного отдела и конечностей выделяли личинок трихинелл [4]. Определяли интенсивность инвазии (ИИ, лич./г) индивидуально и среднюю по группе. Пробы крови брали из вены Saphena в вакуумные пробирки с ЭДТА через 15 и 20, 25 и 30 недель после заражения. Общепринятыми лабораторными методами определяли основные гематологические показатели (количество эритроцитов, лейкоцитов и концентрацию гемоглобина). Для подсчета лейкограммы использовали мазки крови, окрашенные по Романовскому-Гимза [1; 8; 31].

Для трихинеллоскопии и последующего приготовления гистологических препаратов брали фрагменты мышц из разных групп (мышцы головы, языка, груди, шеи, конечностей и длинной мышцы спины).

При оценке однородности групп и достоверности различий средних показателей между группами использовали непараметрический U-тест Манна-Уитни (Sokal, Rohlf, 1981). Уровень статистической значимости полученных различий между сравниваемыми выборками принимали при  $p < 0.05$ . Фотографии и морфометрические исследования проводили на световом микроскопе VisionBio (Epi) с автоматическим выходом на экран (при увеличении микроскопа  $\times 40$ ,  $\times 80$ ).

### Результаты исследований

Все птицы, участвующие в эксперименте, хорошо перенесли процедуру инвазирования и сразу после манипуляции были рассажены по клеткам.

Учитывая, что основными методами посмертной и послеубойной диагностики являются компрессорная трихинеллоскопия (КТ) и переваривание проб мышц в искусственном желудочном соке, крайне важно установить наиболее поражаемые мышцы для оптимизации трихинеллоскопического контроля.

При исследовании КТ обнаружено, что личинки располагаются крайне неоднородно как в самом симпласте, так и в различных группах исследуемых мышц. Наибольшее количество личинок обнаружено в мышцах головы и языка, меньшее в мышцах шеи и голени, в мышцах груди личинок при данном заражении не обнаружили (табл. 1).

Сложность диагностики данного заболевания у птиц методом компрессорной трихинеллоскопии связана с тем, что *T. pseudospiralis* не образуют соединительнотканную капсулу, и личинки могут располагаться вдоль волокон, не скручиваясь в спираль, кроме того, они меньше личинок *T. spiralis*.

Таблица 1.

Распределение личинок *Trichinella pseudospiralis* в мышцах кур-несушек

Группа мышц	Среднее количество личинок в срезе
Мышцы головы:	
Язык	3,7±0,5
Жевательные	5,2±0,3
Мышцы шеи	2,2±0,3
Мышцы груди	0
Мышцы передней конечности:	
Проксимальная группа мышц	0,5±0,25
Дистальная группа мышц	0,5±0,25
Диафрагма (ножки)	1,5±0,3
Межреберные	0,5±0,4
Поясничные	0,5±0,25

Также следует учитывать подвижность бескапсульных личинок в мышечной ткани. Личинки способны передвигаться, поэтому при компрессионном исследовании необходимо наибольшее внимание следует уделять краям срезов и тщательно исследовать межтканевую жидкость, где нередко можно обнаружить подвижных личинок [2; 8].

1.1. Личинка *T. pseudospiralis*  
Увеличение x 401.2. Личинка *T. pseudospiralis*  
Увеличение x 80

**Рис. 1.** *Trichinella pseudospiralis* в мышцах экспериментально инвазированных кур-несушек, образующие спираль (увеличение x 80)

Из-за отсутствия капсул и развернутого положения личинок вдоль симпластов их визуализируемость затруднена (рис. 1 и 2).



**Рис. 2.** *Trichinella pseudospiralis* в мышцах экспериментально инвазированных кур-несушек, расположенная вдоль симпластов (увеличение  $\times 80$ )

Средняя ИИ составила  $1570 \pm 340$  лич./г мышц от проб мышц исследуемых групп, исключая мышцы груди. Показатели красной крови на протяжении 30 недель изменялись незначительно, находясь на нижней границе физиологической нормы [3; 6-8; 24].

Среднее число эритроцитов у инвазированных кур-несушек на 15-й неделе составило  $3,34 \pm 0,50 \times 10^{12}/л$ , на 20-й неделе  $3,4 \pm 0,32 \times 10^{12}/л$ , на 25-й и 30-й неделях,  $3,4 \pm 0,5 \times 10^{12}/л$  и  $3,45 \pm 0,5 \times 10^{12}/л$ , соответственно. У контрольных птиц в эти же сроки показатели были:  $3,50 \pm 0,25 \times 10^{12}/л$ ,  $3,45 \pm 0,35 \times 10^{12}/л$ ,  $3,50 \pm 0,15 \times 10^{12}/л$ , и  $3,50 \pm 0,25 \times 10^{12}/л$  (рис. 3).

Концентрация гемоглобина у инвазированных птиц на 15-й неделе составила  $75,71 \pm 3,4$  г/л, на 20-й -  $76,51 \pm 5,1$  г/л, и далее  $77,25 \pm 1,50$  г/л и  $77,4 \pm 3,50$  г/л соответственно, в контрольной группе наблюдали незначительные колебания от  $76,9 \pm 2,10$  г/л до  $77,40 \pm 2,50$  г/л во все вышеуказанные дни эксперимента.

Число лейкоцитов в крови кур, инвазированных *T. pseudospiralis*, было выше, чем в контроле. На 15-й неделе оно составило  $27,14 \pm 9,53 \times 10^9/л$ , а на 20-й неделе снизилось до  $24,45 \pm 1,72 \times 10^9/л$ , на 25-й неделе продолжалось снижение до  $22,52 \pm 5,35 \times 10^9/л$ , на 30-й до  $20,34 \pm 7,31 \times 10^9/л$ .

В контрольной группе данные показатели изменялись незначительно: на 15-й неделе  $19,73 \pm 5,61 \times 10^9/\text{л}$ , на 20-й неделе  $20,20 \pm 2,45 \times 10^9/\text{л}$ , на 25-й  $19,95 \pm 3,61 \times 10^9/\text{л}$ , на 30 – й неделе  $20,10 \pm 1,40 \times 10^9/\text{л}$ . Таким образом, число лейкоцитов у птиц опытной группы оставалось до 25-й недели выше пороговых значений нормы и показателей у птиц контрольной группы, что свидетельствует о межклеточных перестройках в системе крови кур инвазированных трихинеллами, обусловленных длительным контактом с антигенами бескапсульного паразита (рис. 4).

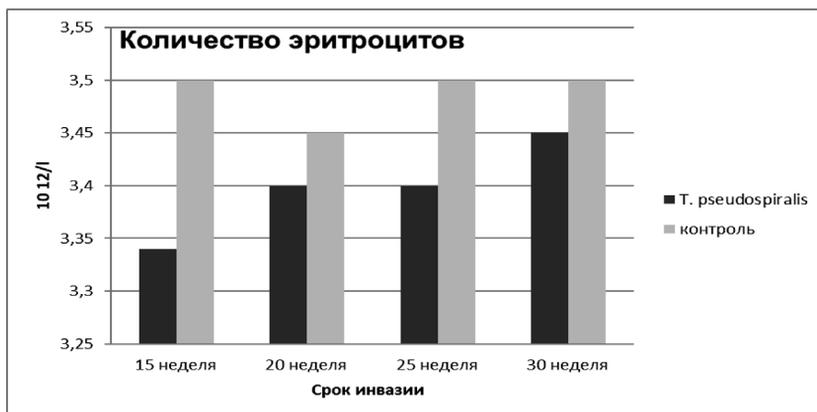


Рис. 3. Изменение количества эритроцитов у кур-несушек при мышечной фазе инвазии *T. pseudospiralis*

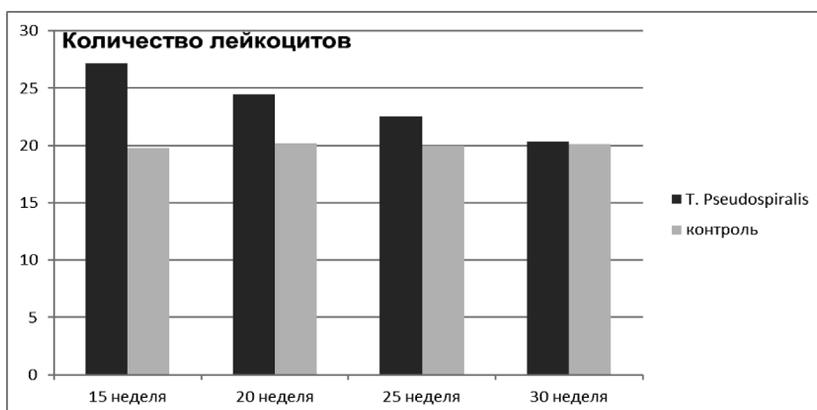


Рис. 4. Изменение количества лейкоцитов у кур-несушек при мышечной фазе инвазии *T. pseudospiralis*

Лейкоформула у птиц опытной и контрольной групп соответствовала норме, за исключением эозинофилов (псевдоэозинофилов) на 15-й неделе их количество достигало  $10 \pm 0,40\%$ , а на 20-й неделе снизилось до  $9,50 \pm 0,45\%$  от общего числа лейкоцитов, на 25-й неделе продолжало снижаться ( $9,3 \pm 0,40\%$ ), и на 30-й составило  $7,9 \pm 0,45\%$ , т.е. соответствовало верхней границе физиологической нормы (6–10%). У птиц контрольной группы на протяжении эксперимента значения не выходили за границы физиологической нормы ( $6,2 \pm 0,50\%$ ,  $7,4 \pm 0,45\%$ ,  $7,0 \pm 0,35\%$  и  $6,9 \pm 0,15\%$ , соответственно).

### Обсуждение

При диагностике данного заболевания у птиц методом компрессорной трихинеллоскопии (КТ) необходимо учитывать, что наиболее интенсивно заселены мышцы головы и шеи. Учитывая то, что личинки *T. pseudospiralis* не образуют соединительнотканную капсулу, и могут располагаться вдоль волокон (рис. 1,2), не скручиваясь в спираль, кроме того, они на 30% короче, чем *T. spiralis* (рис. 1, 2) при небольшом количестве личинок и недостаточной подготовке персонала, диагноз может быть не установлен, а инвазированное мясо может попасть в продуктовую сеть. Кроме того, учитывая более высокую подвижность бескапсульных личинок в мышечной ткани, при компрессорном исследовании необходимо наибольшее внимание уделять мышцам головы и шеи, особенно тщательно исследовать края срезов и межтканевую жидкость возле них, а также совмещать КТ с другими методами исследования [6-8; 14-16; 23-25; 30].

При анализе динамики изменения соотношения эозинофилов к общему числу лейкоцитов нами зафиксировано их стабильное присутствие в лейкограмме. Однако, все гематологические показатели незначительно отличаются от физиологической нормы и не могут служить маркерами инвазионного процесса. Поэтому трихинеллоскопия должна быть преимущественным методом диагностики. Помимо мяса птицы также необходим трихинеллоскопический контроль туш и мясopодуlктов, осуществляемый на всех уровнях производства мясной продукции, являющийся важным инструментом мониторинга за эпизоотической и эпидемической ситуацией по данному гельминтозу, который должен учитывать вышеуказанные морфологические особенности *T. pseudospiralis*. КТ становится главным инструментом защиты человека и животных от этой инвазии. Однако необходимо владеть техникой исследований при определении бескапсульных видов в КТ, так как трихинеллы данного вида визуализируются слабо, поэтому важно дополнять данные исследования методом пептолиза (метода переваривания в искусственном желудочном соке).

Имеются случаи, когда при исследовании в компрессориуме *T. pseudospiralis* не визуализировались, однако диагноз подтверждался при использовании пептолиза. Таким образом, при массовых исследованиях птицы на трихинеллез, классическими методами можно выявить особенности распространения трихинеллеза в РФ и уточнить циркуляцию *T. pseudospiralis*, также перспективными могут быть кристаллографические и иммунологические исследования сыворотки крови птиц, которые в настоящее время требуют дальнейших испытаний для повышения их эффективности [6; 14; 25; 30-33].

### **Заключение**

В заключение необходимо отметить, что в настоящее время в агропромышленном комплексе должен быть усилен и стандартизирован трихинеллоскопический контроль в отношении *Trichinella pseudospiralis*. При необходимости рекомендуем в первую очередь исследовать мышцы головы и шеи птиц, которые в наших исследованиях оказались наиболее сильно инвазированы личинками трихинелл, при этом особое внимание необходимо обращать на края срезов мышечных фрагментов.

**Информация о конфликте интересов.** Конфликт интересов отсутствует.

**Информация о спонсорстве.** Источник финансирования научной работы и процесса публикации статьи – научный грант ЕГИСУ НИОКР 1022041100081-0-4.3.1.

### **Список литературы**

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство. М.: Изд. «Медицина», 1990. 384 с.
2. Асатрян А.М. Биологические и морфологические особенности *Trichinella spiralis* и *T. pseudospiralis* у различного вида хозяев: дис. ... док. биол. наук. М., 1998. 224 с.
3. Боляхина С.А., Ефремова Е.А. Сравнение морфологических изменений в крови кур при экспериментальном заражении *T. spiralis* и *T. pseudospiralis* // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2023. № 24. С. 95-99.
4. Бритов В.А. Гельминты Дальнего Востока. Хабаровск, 1973. С. 19-22.
5. Бритов В.А. Возбудители трихинеллеза. М.: Наука, 1982. С. 272.
6. Бритов В.А. Борьба с болезнями животных на Дальнем Востоке. Благовещенск, 1974. С. 48-49.
7. Гаркави Б.Л. Трихинеллез, вызываемый *Trichinella pseudospiralis* (морфология и биология возбудителя, эпизоотология и эпидемиология, диагно-

- стика, меры борьбы и профилактики) // Российский паразитологический журнал. 2007. № 2. С. 35-116.
8. Гаркави Б.Л. Гельминтозоозы: меры борьбы и профилактики. М., 1994. 50 с.
  9. Жданова О.Б., Распутин П.Г., Масленникова О.В. Трихинеллез плотоядных и биобезопасность окружающей среды // Экология человека. 2008. № 1. С. 9-11.
  10. Жданова О.Б., Часовских О.В., Руднева О.В., Успенский А.В. К вопросу об изменении морфологии селезенки при нематодозах у мышей при иммуностимуляции // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Т. 15. № 3. С. 11-25. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2023-15-3-11-25>
  11. Жданова О.Б., Успенский А.В., Написанова Л.А., Часовских О.В., Россохин Д.В., Андреянов 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.
  12. Мезенцев С.В. Эпизоотологические аспекты распространения трихинеллеза в Алтайском крае и защиты человека и животных от этой инвазии // Вестник НГАУ. 2012. № 2 (23). С. 89-94.
  13. Мезенцев С.В. Безопасность мяса птицы отряда куриных в личных подсобных хозяйствах // Практик. 2005. № 7-8. С. 23-27.
  14. Мартусевич А.К., Жданова О.Б. Информативность исследования свободного кристаллообразования при зоонозах на модели лабораторных животных // Известия высших уч. заведений. Поволжский регион. 2006. № 1 (22). С. 30-39.
  15. Мартусевич А.К., Жданова О.Б., Написанова Л.А., Ашихмин С.П. Применение dot-ELISA и биокристаллоскопии для прижизненной диагностики трихинеллеза // Российский иммунологический журнал. 2013. Т. 7. № 2-3. С. 187.
  16. 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.
  17. Пшеничный А.А. Эпизоотологические и клинико-патогенетические аспекты трихинеллеза птиц: дис. ... канд. вет. наук. Краснодар, 2003. 187 с.
  18. Пшеничный А.А. Эпизоотологические и клинико-патогенетические аспекты трихинеллеза птиц: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Ставроп. гос. аграр. ун-т. Ставрополь, 2004. 30 с.
  19. Сапунов А., Пшеничный А., Иващенко А. Трихинеллез птиц: распространение, биология // Птицеводство. 2006. № 1. С. 15.
  20. Успенский А.В., Жданова О.Б., Андреянов О.Н., Написанова Л.А., Малышева Н.С. Трихинеллоскопия туш домашних и диких животных // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 3. С. 71-75.

21. 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.
22. Boulos L.M., Samara L.A., Hagaz H.J.A. 8 Intern. Conf. of trichinellosis. Abstract book. Rom, 1995. P. 29.
23. Bruschi F., Pozio E., Watanabe N., Gomez Morales M.A., Ito M., Huang Y., Binaghi R. Anaphylactic response to parasite antigens: IgE and IgG1 independently induce death in *Trichinella*-infected mice // International Archives of Allergy and Immunology. 1999. Vol. 119. P. 291-296.
24. Cabaj W. *Acta Parasitol.* Polon, 1987. Vol. 32, № 4. P. 361-367.
25. Napisanova L.A., Zhdanova O.B., Okulova I.I., Uspensky A.V. Features of the distribution of trichinella larvae in muscles in a raccoon dog, theory and practice of controlling parasitic diseases // Diseases. 2018. № 19. P. 324.
26. Jongwutiwes S., Chantachum N., Kraivichian P., Siriya-satien 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. Vol. 26 (1). P. 111-115.
27. Pozio E., La Rosa G., Rossi P., Murrell K.D. Allozyme Analysis of *Trichinella* Isolates from Various Host Species and Geographical Regions // The Journal of Parasitology. 1992. Vol. 78, № 4. P. 641-646. <https://doi.org/10.2307/3283538>
28. Pozio E., Christensson D., Steen M., Marucci G. *Trichinella pseudospiralis* foci in Sweden // Veterinary Parasitology. 2004. Vol. 125. P. 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.07.020>
29. 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. Vol. 6 (5). P. 543-547. <https://doi.org/10.3201/eid0605.000517>
30. Rudneva O.V., Napisanova L.A., Zhdanova O.B., Berezhko V.K. Evaluation of the protective activity of different immunostimulatory drugs at the experimental trichinosis on white mice // International Journal of High Dilution Research. 2018. Vol. 17. № 2. P. 17-18.
31. Penkova P.A. Fourth inter. Conf. on trichinellosis. Posnan: Poland, 1976. P. 31-32.
32. Zhdanova O., Haidarova A.A., Napisanova L.A., Rossohin D., Lozhenicina O. The possibility of using *trichinella spiralis* as an experimental model in the field of high dilutions // International Journal of High Dilution Research. 2015. Vol. 14. № 2. P. 60-61.
33. Zhdanova O.B., Rudneva O.V., Akulinina Yu.K., Napisanova L.A. Evaluation of the effectiveness of different immunostimulatory medicine at the experimental trichinosis and leishmaniosis on white mice // International Journal of High Dilution Research. 2019. Vol. 18. № 2. P. 12.

### References

1. Avtandilov G.G. *Medical morphometry: manual*. Moscow: Medicine Publ., 1990, 384 p.
2. Asatryan A.M. *Biological and morphological features of Trichinella spiralis and T. pseudospiralis in different types of hosts*. M., 1998, 224 p.
3. Bolyakhina S.A., Efremova E.A. Comparison of morphological changes in the blood of chickens during experimental infection with *T. spiralis* and *T. pseudospiralis*. *Theory and practice of the fight against parasitic diseases*, 2023, no. 24, pp. 95-99.
4. Britov V.A. *Helminths of the Far East*. Khabarovsk, 1973, pp. 19-22.
5. Britov V.A. *Trichinellosis pathogens*. Moscow: Nauka, 1982, p. 272.
6. Britov V.A. *Combating animal diseases in the Far East*. Blagoveshchensk, 1974, pp. 48-49.
7. Garkavi B.L. Trichinellosis caused by *Trichinella pseudospiralis* (morphology and biology of the causative agent, epizootology and epidemiology, diagnosis, control measures and prophylaxis). *Russian Parasitological Journal*, 2007, no. 2, pp. 35-116.
8. Garkavi B.L. *Helminthozoonoses: control measures and prevention*. M., 1994, 50 p.
9. Zhdanova O.B., Rasputin P.G., Maslennikova O.V. Trichinellosis of carnivores and biosecurity of the environment. *Human Ecology*, 2008, no. 1, pp. 9-11.
10. Zhdanova O.B., Chasovskikh O.V., Rudneva O.V., Uspensky A.V. To the question of changes in the morphology of the spleen at nematodosis in mice under immunostimulation. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2023, vol. 15, no. 3, pp. 11-25. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2023-15-3-11-25>
11. Zhdanova O.B., Uspensky AV, Nicanova LA, Chasovskikh O.V., Rossokhin D.V., Andreyanov O.N., Malysheva N.S., Kachanova E.O. Influence of the intensity of invasion on the morphological characteristics of larvae *Trichinella spiralis* in experimental infection of white rats and their distribution in the muscles. *Russian Journal of Parasitology*, 2023, vol. 17, no. 1, pp. 74-83.
12. Mezentsev S.V. Epizootological aspects of the spread of trichinellosis in Altai Krai and protection of humans and animals from this invasion. *Bulletin of NSAU*, 2012, no. 2 (23), pp. 89-94.
13. Mezentsev S.V. Safety of poultry meat of the chicken detachment in private subsidiary farms. *Praktik*, 2005, no. 7-8, pp. 23-27.
14. Martusevich A.K., Zhdanova O.B.. Informativeness of the study of free crystal formation in zoonosis on the model of laboratory animals. *News of higher educational institutions. Volga region*, 2006, no. 1 (22), pp. 30-39.

15. Martusevich A.K., Zhdanova O.B., Nicanova L.A., Ashikhmin S.P. Application of dot-ELISA and biocrystalloscopy for lifetime diagnosis of trichinellosis. *Russian Journal of Immunology*, 2013, vol. 7, no. 2-3, p. 187.
16. Martusevich A.K., Zhdanova O.B. Study of the dependence of the crystallogenic activity of the biosphere on the intensity of experimental invasion of *Trichinella spiralis*. *Russian Parasitological Journal*, 2013, no. 2, pp. 64-71.
17. Pshenichny A.A. *Epizootologic and clinical and pathogenetic aspects of avian trichinellosis*. Krasnodar, 2003, 187 p.
18. Pshenichny A.A. *Epizootologic and clinical-pathogenetic aspects of trichinellosis of birds*. Stavropol, 2004, 30 p.
19. Sapunov A., Pshenichny A., Ivashchenko A. Trichinellosis of birds: distribution, biology. *Poultry farming*, 2006, no. 1, p. 15.
20. Uspensky A.V., Zhdanova O.B., Andreyanov O.N., Nicanova L.A., Malysheva N.S. Trichinelloscopy of carcasses of domestic and wild animals. *Russian Parasitological Journal*, 2021, vol. 15, no. 3, pp. 71-75.
21. Shaikenov B. Sh. Sh., Sokolova L. A. On the distribution of *Trichinella pseudospiralis* in nature. *Proceedings of the 3rd All-Union Conference on the problem of human and animal trichinellosis*. Vilnius, 1981, pp. 71-73.
22. Boulos L.M., Samara L.A., Hagaz H.J.A. *8 Intern. Conf. of trichinellosis. Abstract book*. Rom, 1995, p. 29.
23. Bruschi F., Pozio E., Watanabe N., Gomez Morales M.A., Ito M., Huang Y., Binaghi R. Anaphylactic response to parasite antigens: IgE and IgG1 independently induce death in *Trichinella*-infected mice. *International Archives of Allergy and Immunology*, 1999, vol. 119, pp. 291-296.
24. Cabaj W. *Acta Parasitol.* Polon, 1987, vol. 32, no. 4, pp. 361-367.
25. Napisanova L.A., Zhdanova O.B., Okulova I.I., Uspensky A.V. Features of the distribution of trichinella larvae in muscles in a raccoon dog, theory and practice of controlling parasitic diseases. *Diseases*, 2018, no. 19, p. 324.
26. Jongwutiwes S., Chantachum N., Kraivichian P., Siriyaatien P., Putaporntip C., Tamburrini A., La Rosa G.F., Sreesunpasirikul C., Yingournd P., Pozio E. First outbreak of human trichinellosis caused by *Trichinella pseudospiralis*. *J. Clin. Infect. Dis.*, 1998, vol. 26 (1), pp. 111-115.
27. Pozio E., La Rosa G., Rossi P., Murrell K.D. Allozyme Analysis of *Trichinella* Isolates from Various Host Species and Geographical Regions. *The Journal of Parasitology*, 1992, vol. 78, no. 4, pp. 641-646. <https://doi.org/10.2307/3283538>
28. Pozio E., Christensson D., Steen M., Marucci G. *Trichinella pseudospiralis* foci in Sweden. *Veterinary Parasitology*, 2004, vol. 125, pp. 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.07.020>

29. 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, vol. 6 (5), pp. 543–547. <https://doi.org/10.3201/eid0605.000517>
30. Rudneva O.V., Napisanova L.A., Zhdanova O.B., Berezhko V.K. Evaluation of the protective activity of different immunostimulatory drugs at the experimental trichinosis on white mice. *International Journal of High Dilution Research*, 2018, vol. 17, no. 2, pp. 17-18.
31. Penkova P.A. *Fourth inter. Conf. on trichinellosis*. Posnan: Poland, 1976, pp. 31-32.
32. Zhdanova O., Haidarova A.A., Napisanova L.A., Rossohin D., Lozhenicina O. The possibility of using trichinella spiralis as an experimental model in the field of high dilutions. *International Journal of High Dilution Research*, 2015, vol. 14, no. 2, pp. 60-61.
33. Zhdanova O.B., Rudneva O.V., Akulinina Yu.K., Napisanova L.A. Evaluation of the effectiveness of different immunostimulatory medicine at the experimental trichinosis and leishmaniosis on white mice. *International Journal of High Dilution Research*, 2019, vol. 18, no. 2, pp. 12.

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

### **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

The authors contributed equally to this article.

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Жданова Ольга Борисовна**, д.б.н., заведующая лабораторией фармакологической биоэнергетики и мембранологии; профессор кафедры зоогигиены и физиологии; с.н.с. лаборатории паразитарных зоонозов *ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России*; *ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ*; *ВНИИП - филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН*  
ул. К. Маркса, 113, г. Киров, 610998, Российская Федерация; Октябрьский проспект, 133, г. Киров, 610017, Российская Федерация; ул. Б. Черемушкинская, 28, г. Москва, 117218, Российская Федерация  
[oliabio@yandex.ru](mailto:oliabio@yandex.ru)

**Часовских Ольга Владимировна**, к.в.н., доцент, кафедры гистологии; зав. кафедрой зоогигиены и физиологии  
*ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России*; *ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ*

*ул. К. Маркса, 113, г. Киров, 610998, Российская Федерация; Октябрьский проспект, 133, г. Киров, 610017, Российская Федерация  
beoli@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Olga B. Zhdanova**, Doctor of Biology, Head of the Laboratory of Pharmacological Bioenergetics and Membranology; Professor of the Department of Zoo Hygiene and Physiology; Senior Researcher of the Laboratory of Parasitic Zoonoses

*Kirov State Medical University; Vyatka State Agrotechnological University; All-Russian Research Institute of Fundamental and Applied Animal and Plant Parasitology - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center - All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Science named after K.I. Skryabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences"*

*113, K. Marks Str., Kirov, 610998, Russian Federation; 133, Oktyabrsky prospect, Kirov, 610017, Russian Federation; 28, B. Cheremushkinskaya Str., Moscow, 117218, Russian Federation  
oliabio@yandex.ru*

**Olga V. Chasovskikh**, Ph.D., Associate Professor, Department of Histology; Head of the Department of Zoohygiene and Physiology

*Kirov State Medical University; Vyatka State Agrotechnological University  
113, K. Marks Str., Kirov, 610998, Russian Federation; 133, Oktyabrsky prospect, Kirov, 610017, Russian Federation  
beoli@mail.ru*

Поступила 15.11.2023

После рецензирования 04.03.2024

Принята 26.03.2024

Received 15.11.2023

Revised 04.03.2024

Accepted 26.03.2024