



ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Экология животных / Ecology of animals

Оригинальная статья / Original article

УДК 595.13 +574.32

DOI: 10.18470/1992-1098-2015-3-85-91

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАРАЗИТАРНОЙ СИСТЕМЫ, ФОРМИРУЕМОЙ ТРИХИНЕЛЛОЙ (TRICHINELLA RAILLIET, 1895)

¹Василий П. Толоконников, ²Гульнара М. Мухтарова*

¹кафедра паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии,
Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

²кафедра биологии и биоразнообразия,
Институт экологии и устойчивого развития
Дагестанского государственного университета,
Махачкала, Россия, gulnara-muhtarova@mail.ru

Резюме. Цель. Изучение экологических и патогенетических основ функционирования паразитарной системы, формируемой трихинеллой (*Trichinella* Railliet, 1895) на территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов Российской Федерации. **Методы.** Применялись сравнительно-исторические, сравнительно-географические методы, эпизоотологическое обследование, статистическая обработка и анализ полученных данных. Для обнаружения и идентификации трихинелл использовались микроскопический, биохимический методы, метод иммуноферментного анализа (ИФА) и полимеразной цепной реакции (ПЦР). **Результаты.** Представлены данные о распространения трихинеллеза, экологии возбудителей, путях и факторах, способствующих заражению человека и животных, восприимчивых к нему. Отмечено эпидемиологическое, эпизоотическое, социально-экономическое значение этого заболевания. **Выводы.** Проанализирована взаимосвязь экологических и патогенетических факторов, определяющих особенности функционирования паразитарной системы, формируемой трихинеллой, сделана попытка объяснить полученные результаты, которые могут быть использованы при совершенствовании программ профилактики и борьбы с зоонозами.

Ключевые слова: трихина, трихинеллез, паразитарные системы, *Trichinella*, Северо-Кавказский, Россия.

Формат цитирования: Толоконников В.П., Мухтарова Г.М. Экологические и патогенетические основы функционирования паразитарной системы, формируемой трихинеллой (*Trichinella* Railliet, 1895) // Юг России: экология, развитие. 2015. Т.10, N3. С.85-91. DOI: 10.18470/1992-1098-2015-3-85-91

ENVIRONMENTAL AND PATHOGENETIC BASES OF FUNCTIONING OF PARASITIC SYSTEM FORMED BY TRICHINELLA (TRICHINELLA RAILLIET, 1895)

¹Vasiliy P. Tolokonnikov, ²Gulnara M. Mukhtarova*

¹Department of Parasitology and veterinary sanitary inspection, anatomy and pathological anatomy,
Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia.

²Department of Biology and Biodiversity, Institute for Ecology and Sustainable Development
of the Dagestan State University, Makhachkala, Russia,
gulnara-muhtarova@mail.ru

Abstract. Aim. The aim is to study the environmental and pathogenetic bases for the functioning of the system formed by the parasite *Trichinella* (*Trichinella* Railliet, 1895) in the Southern and North Caucasian Federal District of the Russian Federation. **Methods used.** We used comparative and historical, comparative and geographical methods, epizootic survey, statistical processing and data analysis. To detect and identify *Trichinella* we used microscopic



and biochemical methods, as well as the methods of enzyme immunoassay (ELISA) and polymerase chain reaction (PCR). **Results.** We present the data on the spread of trichinosis, environmental pathogens, ways and factors contributing to the infection of humans and animals that are susceptible to the parasite. We also note epidemiological, epizootic, social and economic significance of this disease. **Conclusions.** We analyzed the relationship of environmental and pathogenetic factors determining the functioning features of the system formed by the *Trichinella* parasite. We also attempted to explain the results that can be used to improve programs for prevention and control of zoonoses.

Keywords: trichina, trichinosis, parasitic system, *Trichinella*, North Caucasus, Russia

For citation: Tolokonnikov V.P., Mukhtarova G.M. Environmental and pathogenetic bases of functioning of parasitic system formed by trichinella (*Trichinella* Railliet, 1895). *South of Russia: ecology, development*. 2015, vol. 10, no. 3, pp. 85-91. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2015-3-85-91

ВВЕДЕНИЕ

Проблема изучения разнообразия паразитов тесно связана с вопросами взаимоотношений, формируемых ими внутри сообществ. Паразитарные системы помимо паразитов объединяют многочисленные свободноживущие организмы, выполняющие роль партнёров по паразитарным цепям, с которыми они теснейшим образом связаны сложными паразито-хозяйинными коэволюционными взаимоотношениями на организменном и популяционно-видовом уровнях. Процессы взаимодействия популяций паразитов и их хозяев обуславливают изменения их численности, физиологического состояния, генетического состава и характера эпизоотического процесса. Разные популяции одного и того же вида в различных частях его ареала могут образовывать различные паразитарные системы, соответственно сочлены паразитарных систем служат друг для друга экологическими факторами, имеющими значение в определении

направления их сопряженной эволюции. Структура паразитарной системы, состав и соотношение входящих в нее микропопуляций паразитов не остаются постоянными во времени, и варьируют даже у хозяев одного вида. Популяция паразитов, способствующая повышению уровня смертности в популяции хозяина в дорепродуктивный период, является фактором отбора.

Трихинеллез имеет широкое распространение на всех континентах планеты, во всех климатических зонах, регистрируется на всей территории Российской Федерации [1;2]. Реструктуризация сельскохозяйственного производства неоднозначно сказалась на эффективности противоэпизоотических мероприятий, общепринятые стандартные методы оказались недостаточно результативными и надежными, возросла эпизоотическая и эпидемическая значимость зоонозных болезней, в том числе и трихинеллеза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время приоритетными направлениями в изучении эпизоотологических аспектов трихинеллеза остаются уровень и территориальность распространения возбудителя, широта полигостальности и резервуарные хозяева. Современные данные по биологии, экологии, таксономии, номенклатуре трихинелл, выделенных от разных популяций животных, предполагают усовершенствование имеющихся или разработку новых методов и средств профилактики инвазии. Все это обусловило выбор объектов наших исследований, которыми явились паразитарные системы, формируемые представителями рода Трихи-

нелла (*Trichinella* Railliet, 1895). Круг наших научных интересов включали вопросы изучения возбудителей зоонозов, особенностей биологического развития, популяционной экологии, фенологии и влияния различных факторов на экологическую структуру их популяций. Исследованиями были охвачены территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Применялись сравнительно-исторические, сравнительно-географические методы, эпизоотологическое обследование, статистическая обработка и анализ полученных данных. Для обнаружения и идентификации трихинелл использовались микроскопический



(компрессорный) метод, биохимический (переваривания) метод, метод иммуноферментного анализа (ИФА), а также методика

межвидовой и внутривидовой дифференциации гельминтов методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следует констатировать, что общее число заболеваний и смертельных исходов гельминтозов выше, чем от бактериальных, вирусных и других паразитарных болезней вместе взятых. Полифагия человека и контакт со многими видами диких и одомашненных животных способствует поддержанию существующих и созданию новых паразитарных систем, чем обеспечивает возможность широкой инвазии. Человек несознательно оптимизирует процессы размножения и расселения переносчиков и промежуточных хозяев, поэтому может стать сочленом любой паразитарной системы.

Трихинеллёзы - группа инвазий, вызываемых нематодами рода *Trichinella* Railliet, 1895. Упрощение жизненного цикла и адаптация к широкому кругу хозяев делает возможным их широкое распространение. В настоящее время по генетическим и экологическим критериям различают 4 вида трихинелл: *T. spiralis*, *T. nativa*, *T. nelsoni* и *T. pseudospiralis*. Трихинеллы характеризуются явлением постоянного паразитизма в связи с тем, что ни одна из стадий развития не проходит во внешней среде. Развитие трихинелл является примером сокращенного цикла, когда одна особь млекопитающего играет для них роль окончательного и промежуточного хозяина. Развитие личинок в имаго и паразитирование последних происходит при внедрении в кишечную стенку, соответственно половозрелая стадия паразитирует в стенке тонкого кишечника, а в личиночная - в поперечно-полосатой мускулатуре. Трихинеллы живородящи, отрожденные личинки мигрируют по организму хозяина, проникнув в мышечные волокна определенных групп мышц развиваются до инвазионной личинки, которая инкапсулируется, и при малом уровне интенсивности инвазии (не вызывая видимых морфологических изменений) может пребывать в организме хозяина длительное время. В последующем из таких

личинок (при их попадании в кишечник другого хозяина) развивается половозрелое поколение самцов и самок. Интенсивность фазы кишечного трихинеллеза зависит от степени инвазии и при малой численности паразитов может проходить клинически незаметно. Продолжительность жизни половозрелых нематод короткая в сравнении с фазой личиночного развития, что демонстрирует их адаптогенные свойства. Увеличение сроков жизни паразитов в этой фазе их развития способствовало бы значительному увеличению количества, усилению патогенного воздействия, что могло бы привести к гибели хозяина, а значит паразитарной системы.

По современным представлениям существуют два биоценоза трихинеллезной инвазии: природный (кабан, медведь, барсук, волк, шакал, гиена, лисица, дикий кот, хорь, куница, нутрия, горностай, различные виды грызунов, ежи и др.), и синантропный (домашние свиньи, кошки, собаки, пушные звери, выращиваемые в неволе, серая крыса, мышь домовая), относительно изолированные один от другого [3]. Паразитарная система в синантропных очагах в классическом варианте включает в себя *Trichinella spiralis*, домашнюю свинью и крысу, а в природных очагах она состоит из *T. nativa*, *T. pseudospiralis* или *T. nelsoni* и различных диких животных. Причем *Trichinella nativa* за счет морозоустойчивости встречается циркумполярно почти по всей Голарктике, от Северного полюса до 40 параллели. В России этот вид доминирует среди трихинелл у диких животных Сибири и Дальнего Востока.

Для попадания трихинелл из природного биоценоза в синантропный и наоборот, существует целый ряд миграционных путей; значительный «вклад» в этот процесс вносят серая крыса, домовая мышь, домашние кошки и собаки, медведь, кабан, барсук. Каннибализм и хищничество представляются наиболее важными путями пе-



редачи и поддержания природных циклов трихинеллеза [4]. Заразное начало может довольно долго сохраняться и в трупе, поэтому роль в передаче играют не только хищные животные, но и некрофаги, в частности, многие виды жуков. В качестве резервуаров выявлены морские звезды, моллюски и ракообразные.

Человек заражается, обычно через свинину или мясо диких животных (кабан, медведь, енотовидная собака и др.). В качестве источников заражения могут выступать и травоядные животные, в течение последних трех десятилетий Западной Европе был отмечен ряд вспышек, связанных с употреблением конины [5].

В системе взаимоотношений «паразит–хозяин–внешняя среда» определенное место занимает оценка взаимодействия между компонентами паразитарной системы. Проведенными нами исследованиями установлено разностороннее влияние возбудителей зоонозов на организм хозяев. Выделяя токсические экскреторно-секреторные компоненты, гельминты вызывают сенсibilизацию и хроническую интоксикацию организма хозяина, проявляющиеся широким спектром расстройств жизненно важных систем инвазированного организма. Клиническая картина при трихинеллезе зависит от количества и локализации паразитов в организме хозяина и демонстрируется повышением реактивной чувствительности организма хозяина, постепенным нарастанием выраженности клинических признаков: угнетением, отсутствием аппетита, снижением живой массы, жаждой, периодическими рвотой и диареей, иктеричностью конъюнктивы, болезненностью брюшной стенки при пальпации, развитием и реализацией аллергических реакций. Миграции личинок гельминтов в организме хозяина сопровождающиеся альтерацией тканей и органов, обуславливают нарушения гемодинамики в легких, печени, почках, селезенке, пищеварительной трубке и регионарных лимфатических узлах. Трихинеллез часто сопровождается осложнениями, которые развиваются на фоне аллергической реакции, например, поражение головных связок, органов дыхания.

По характеру эпидемических вспышек (массовость, внезапность) трихинеллез напоминает многие инфекционные заболевания, а по злокачественности течения и смертности в случаях интенсивного заражения, не имеет себе равных среди инвазионных болезней (летальные исходы больных достигают 6-10%). Наиболее опасными последствиями трихинеллеза следует считать поражение сердечной мышцы (миокардит) и центральной нервной системы (менингит, энцефалит), на долю которых приходится наибольший процент смертельных исходов.

Возбудители трихинеллеза по уровню организации, способам питания, размножения и т. д. демонстрируют весьма яркий пример параллельного развития органической природы. При определенных условиях они оказывают значительное воздействие на своих хозяев и таким образом сдерживают рост численности их популяций. Роль сдерживающего фактора становится более значительной, если иметь в виду, что многие виды животных, как неотъемлемый компонент синантропного комплекса, участвуют в процессах передачи возбудителей болезней заразной этиологии, опасных для здоровья и жизни человека и животных, что имеет важное эпизоотологическое, эпидемиологическое, социально-экономическое значение.

Для формирования объективных представлений о структуре паразитарных систем и механизмов регуляции численности их компонентов необходимы разносторонние и углубленные исследования внутрипопуляционных и межпопуляционных взаимоотношений паразитов (или симбионтов) между собой, паразитоносителями и окружающей средой. Является достаточно очевидным тот факт, что возбудители гельминтозов играют в экосистеме важную и разностороннюю роль. Динамика численности популяций большинства вредных видов в экосистемах является результатом действия регуляторных механизмов, функционирующих по принципу отрицательной обратной связи. Для большинства возбудителей зоонозов эта концепция более приемлема в связи с тем, что в природных условиях редко наблюдаются вспышки массово-



го размножения паразитов, приводящие к охвату обширных территорий и массовой гибели их хозяев. Мы склонны считать, что эволюционно сложившиеся связи паразитов с прокормителями регламентируются не только соотношениями численности популяций паразитов и их хозяев, но в значительной мере определяются защитными реакциями организма хозяина, которыми он реагирует в ответ на увеличение интенсивности инвазии.

Мы установили, что возбудители трихинеллеза характеризуются выраженной экологической пластичностью, что позволяет им успешно адаптироваться в изменяющихся условиях окружающей среды. Человек на постоянной основе преобразует природу, и замедлить или остановить этот процесс невозможно, в силу необходимости дальнейшего развития сельскохозяйственного производства, промышленности, инфраструктур обитания человека и животных. Эти причины обуславливают необходимость разработки теории измененного сообщества, в условиях которого возможно устойчивое развитие человечества, посредством согласования процессов развития промышленности и сельского хозяйства, с необходимостью поддержания оптимальных условий для жизни человека на Земле.

Состояние здоровья животных, их восприимчивость к заболеваниям различной этиологии определяется совокупностью воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов. Патология животных в экосистеме в известной мере определяется эпизоотологической ситуацией, экологическими условиями зоны обитания и уровнем антропогенного воздействия. Любое сообщество (природное или антропогенное) характеризуется своеобразием экологической обстановки, что накладывает определенный отпечаток на развитие эпизоотического процесса при паразитарных заболеваниях. По мнению В.А. Ройтман, С.А. Беэр [6], окружающая среда способна как стимулировать, так и тормозить разви-

тие паразитарных систем. Дело в том, что среди заразных болезней именно зоонозы в максимальной степени отражают те негативные процессы, которые происходят в природе. Паразитические организмы теснейшим образом связаны с многочисленными компонентами водных и наземных биоценозов. Паразиты адаптированы не только к конкретным организмам, которые связаны с ними трофическими связями, но и всей совокупности экологических факторов в целом.

Установлено, что в условиях постоянной трансформации окружающей среды, происходящей под влиянием антропопрессии, нарушается сбалансированность функционирования паразитарных систем. Весьма характерно это явление для урбанизированных территорий. Движущей силой формирования таких ситуаций является рост численности популяций переносчиков и хозяев паразитов в условиях трансформации окружающей среды. Установлены территории субтропической зоны России и пограничных стран, входящих в состав СНГ, где имеются специфические переносчики и благоприятные экологические условия для их развития (клещи, насекомые, моллюски, грызуны, дикие плотоядные) принимающие участие в процессах трансмиссивной передачи возбудителей трихинеллеза. Весьма вероятна возможность укоренения инвазии в Прикаспийской низменности, зоне Каспийского моря, расположенного на стыке двух частей Евразийского континента — Европы и Азии. Вследствие изменения стереотипа функционирования паразитарных систем, создаются предпосылки распространения возбудителей гельминтозов у человека и животных в таких значениях, которые превышают естественный фон заражения тех же хозяев теми же видами паразитов в природных сообществах. Такая ситуация в настоящее время квалифицируется как паразитарное загрязнение территорий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нам было весьма важно знать, каким образом формируется эпизоотическая ситуация по трихинеллезу при столь значитель-

ном изменении климата и увеличении численности популяций плотоядных. В процессе исследований мы установили, что трихи-



неллезом поражаются домашние и дикие плотоядные большинства видов, независимо от пород и половозрастных групп. Экстенсивность трихинеллезной инвазии варьирует в широких пределах. Это обстоятельство свидетельствует о том, что возбудители трихинеллеза относятся к малоспециализированным группам паразитов и обладают способностью формирования трофических связей с животными разных видов, что способствует поддержанию численности их природных популяций в сообществе. Паразитарная система, формируемая трихинеллой, представляет собой пространственно-временную организацию сообщества, включающую различные стадии паразита и видовые группировки хозяев, связанных циклом развития. Она складывается в результате трофического, топического, этологического взаимодействия свободноживущих и паразитических видов. Межпопуляционные взаимодействия возбудителей зоонозов и их хозяев следует рассматривать как функционирование упорядоченной, самоуправляющейся паразитарной системы, обеспечивающей надежность существования составляющих ее компонентов.

Благодарности: Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение № 14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) – RFMEFI57414X0032).

Acknowledgement: The study was carried out with support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Agreement No. 14.574.21.0109 (a unique identifier for Applied Scientific Researches (Project) - RFMEFI57414X0032).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Успенский А.В. Актуальные проблемы ветеринарной паразитологии // Материалы докладов научной конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». Москва, 2004. N5. С. 412-414.
2. Успенский А.В. Некоторые особенности распространения трихинеллеза в России // Материалы докладов научной конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». Москва, 2004. N5. С.68-69.
3. Borji H., Sadeghi H., Razmi G., Pozio E., La Rosa G. Trichinella infection in wildlife of northeast of Iran. Iran J

REFERENCES

1. Uspensky A.B. Aktualnye problem veterinarnoy parazitologii. [Actual problems of veterinary parasitology]. *Materialy dokladov nauchnoy konferencii. Teoriya i praktika borby s parazitarnymi boleznyami*. [Materials of the reports scientific conference. Theory and practice of struggle against parasitic diseases]. Moscow, 2004, no. 5, pp. 412-414. (in Russian)
2. Uspensky A.B. Nekotorye osobennosti rasprostraneniya trikhinelleza v Rossii. [Some features of the spread of trichinosis in Russia]. *Materialy dokladov nauchnoy konferencii. Teoriya i praktika borby s parazitarnymi boleznyami*. [Materials of the reports scientific conference. Theory and practice of struggle against parasitic diseases]. Moscow, 2004, no. 5, pp. 68-69. (in Russian)
3. Borji H., Sadeghi H., Razmi G., Pozio E., La Rosa



Parasitol. 2012; 7(4):57-61.

4. Mukaratirwa S., La Grange L., Pfukenyi D.M. Acta Tropica. Trichinella infections in animals and humans in sub-Saharan Africa: a review. 2013 Jan; 125 (1): 82-9. doi: 10.1016/j.actatropica. 2012.09. 005. Epub 2012 Oct 5.

5. Bruno Gottstein, Edoardo Pozio, Karsten Nöckler. Clin Microbiol Rev. Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Control of Trichinellosis. 2009 Jan; 22 (1):127-145, Table of Contents. doi: 10.1128/CMR.00026-08

6. Ройтман В. А., Беэр С. А. Паразитарные системы: понятия, концепции, структуры, свойства, функции в экосистемах // Успехи общей паразитологии. Труды ИНПА РАН. Москва: Наука. 2004. С. 273-319.

G. Trichinella infection in wildlife of northeast of Iran. Iran J Parasitol. 2012; 7(4):57-61. (in Iran)

4. Mukaratirwa S., La Grange L., Pfukenyi D.M. Acta Tropica. Trichinella infections in animals and humans in sub-Saharan Africa: a review.2013 Jan; 125(1):82-9. doi: 10.1016/j.actatropica.2012.09.005. Epub 2012 Oct 5. (in South Africa)

5. Bruno Gottstein, Edoardo Pozio, Karsten Nöckler. Clin Microbiol Rev. Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Control of Trichinellosis. 2009 Jan; 22 (1):127-145, Table of Contents. doi: 10.1128/CMR.00026-08. (in USA)

6. Rojtmán V. A. Beehr S. A. Parazitarnye sistemy: ponyatiya, koncepcii, struktury, svojstva, funkcii v ehkosistemakh. [Parasitic systems: concepts, concept, structures, properties, functions in ecosystems]. Uspekhi obshhej parazitologii Trudy INPA RAN [Advances general parasitology. A collection of works of the Russian Academy of Sciences INPA]. Moscow, Nauka Publ., 2004, pp. 273-319. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Василий П. Толоконников - доктор ветеринарных наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет, кафедра паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии, 355017, Россия, Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12. тел. 8962-453-40-21, e-mail: w.tol@mail.ru

Гульнара М. Мухтарова* - кандидат биологических наук, доцент, Дагестанский государственный университет, Институт экологии и устойчивого развития, 367001, Россия, Республика Дагестан, Махачкала, ул. Дахадаева, 21, тел. 8988-300-84-08, e-mail: gulnara-muhtarova@mail.ru

Критерии авторства

Василий П. Толоконников собрал материал и изучал паразитарную систему в синантропных очагах, проводил определение видов и написал рукопись; Гульнара М. Мухтарова произвела статистическую обработку, анализ полученных данных и участвовала в написании рукописи. Ответственность за плагиат несут все авторы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.07.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Vasily P. Tolokonnikov - Doctor of Veterinary Science, Professor, Stavropol State Agrarian University, Department of Parasitology and veterinary sanitary inspection, anatomy and pathological anatomy. 12 Zootechnical st., Stavropol, 355017, Russia, tel. 8962-453-40-21, e-mail: w.tol@mail.ru

Gulnara M. Mukhtarova* - Candidate of biological Sciences, Associate Professor, Dagestan State University, Institute of Ecology and Sustainable Development, 21 Dakhadaeva st., Dagestan, Makhachkala 367001 Russia, tel. 8988-300-84-08 e-mail: gulnara-muhtarova@mail.ru

Contribution

Vasily P. Tolokonnikov collected the material and studied the parasite system running in the commensal outbreaks, identified certain types and is the author of the manuscript; Gulnara M. Mukhtarova made a statistical analysis, data analysis, and participated in the writing of the manuscript. All authors carry the responsibility for plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 15.07.2015