



Ветеринарная патология Russian Journal of Veterinary Pathology

Рецензируемый научно-практический журнал

eISSN 2949-4826

Издается с 2002 года

Периодичность – 4 выпуска в год

DOI: 10.23947/2949-4826



Медаль Отделения ветеринарной
медицины РАСХН
«За достижения в области
ветеринарной науки». Вручена
редакции журнала в 2009 г.

Учредитель и издатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону

«Ветеринарная патология» – рецензируемый научно-практический журнал, в котором публикуются результаты оригинальных исследований и обзорные статьи в области ветеринарной медицины. Освещаются вопросы паразитологии, физиологии, фармакологии, экологии, уделяется внимание инфекционным болезням и другим аспектам ветеринарии домашних, сельскохозяйственных и диких животных.

Цель журнала заключается в повышении профессионального уровня знаний профильной аудитории и распространении по всему миру высокоэффективных, тщательно проверенных ветеринарных научных исследований, используя только онлайн-формат открытого доступа для максимальной доступности.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в котором должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК) по следующим научным специальностям:

- 1.5.17 – Паразитология (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.1 – Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.2 – Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.3 – Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки, биологические науки)
- 4.2.4 – Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки, сельскохозяйственные науки)
- 4.2.5 – Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

Регистрация:	Выписка из реестра зарегистрированных средств массовой информации ЭЛ № ФС 77-85552 от 27.06.2023 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Индексация и архивация:	РИНЦ, CyberLeninka, CrossRef, Internet Archive
Сайт:	https://www.vetpat.ru/
Адрес редакции:	344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
E-mail:	vetpat@donstu.ru
Телефон:	+7 (863) 273-85-08
Дата выхода №4, 2024 в свет:	30.12.2024





Russian Journal of Veterinary Pathology Veterinarnaya Patologiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

eISSN 2949-4826

Published since 2002

Periodicity – 4 issues per year

DOI: 10.23947/2949-4826



The medal “For Achievements
in the Field of Veterinary Science”
by the Veterinary Medicine
Department of the Russian
Academy of Agricultural Sciences.
Awarded to the editorial board
in 2009.

Founder and Publisher — Don State Technical University (DSTU), Rostov-on-Don, Russian Federation

The “Russian Journal of Veterinary Pathology” is a peer-reviewed scientific and practical journal that publishes the results of the original research and review articles in the field of veterinary medicine. It covers the issues of parasitology, physiology, pharmacology, ecology, and considers the aspects of infectious diseases and other matters of veterinary medicine of companion, farm and wild animals.

The journal aims at enhancing the level of professional knowledge of the target audience and to disseminate worldwide the highly efficient, thoroughly verified scientific research in the field of veterinary medicine using an online open access format for maximum accessibility.

The journal is included in the List of the leading peer-reviewed scientific publications (Higher Attestation Commission under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation), where the main scientific results of dissertations for the degrees of Doctor and Candidate of Science in the following scientific specialties should be published.

- Parasitology
- Animal Pathology, Morphology, Physiology, Pharmacology and Toxicology
- Sanitation, Hygiene, Ecology, Veterinary and Sanitary Expertise and Biosafety
- Infectious Diseases and Animal Immunology
- Zootechnics, Feeding, Technologies of Feed Preparation and Livestock Products Production
- Breeding, Selection, Genetics and Animal Biotechnology

Registration

Extract from the Register of Registered Mass Media ЭЛ № ФС 77 – 85552 dated June 27, 2023, issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media

Indexing and Archiving

RISC, CyberLeninka, CrossRef, Internet Archive

Website

<http://www.vetpat.ru/>

Address of the Editorial Office

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don 344003, Russian Federation

E-mail

vetpat@donstu.ru

Telephone

+7 (863) 273-85-08

Date of Publication No.4,2024

30.12.2024



Редакционная коллегия

Главный редактор

Ермаков Алексей Михайлович, доктор биологических наук, профессор, Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора

Аксенова Полина Владимировна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Выпускающий редактор

Калошкина Инна Муратовна, кандидат ветеринарных наук, начальник отдела противопаразитарных, ветеринарно-санитарных мероприятий ГКУ КСББЖ «Краснодарская» (Краснодар, Российская Федерация)

Ответственный секретарь

Ламтева Алина Владимировна, Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Алипер Тарас Иванович, доктор биологических наук, профессор, Федеральный научно-исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н.Ф. Гамалеи (Москва, Российская Федерация)

Аммар Альгбури, Ph.D (биология), декан ветеринарного факультета, Университет Дияла (Баакуба, Ирак)

Алешукина Анна Валентиновна, доктор медицинских наук, Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Ариунболд Жаргалсайхан, Ph.D, Монгольский государственный университет образования (Улан-Батор, Монголия)

Бондарь Игорь Вечеславович, доктор биологических наук, Заведующий лабораторией физиологии сенсорных систем, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Российская Федерация)

Брюя Жан-Франсуа, DVM, Ph.D, лауреат Университета Поля Сабатье, дипломант Европейского колледжа репродукции животных (ECAR), президент Французской ассоциации по изучению репродукции животных, член экзаменационной комиссии Европейского колледжа репродукции животных (ECAR), профессор териогенологии Национального колледжа ветеринарной медицины, пищевых наук и инженерии (Нант, Франция)

Ватников Юрий Анатольевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский университет дружбы народов (Москва, Российская Федерация)

Верховский Олег Анатольевич, доктор биологических наук, профессор, Научно-исследовательский институт диагностики и профилактики болезней человека и животных (Москва, Российская Федерация)

Дерезина Татьяна Николаевна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Дилекова Ольга Владимировна, доктор биологических наук, доцент, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Карташов Сергей Николаевич, доктор биологических наук, Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Квочко Андрей Николаевич, доктор биологических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Клименко Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Донской государственный аграрный университет (пос. Персиановский, Ростовская область, Российская Федерация)

Коняев Сергей Владимирович, кандидат биологических наук, главный врач ветеринарной клиники «АС Вет» (Новосибирск, Российская Федерация)

Кун Венема, Ph.D (естественные науки), профессор, Маастрихтский университет (Маастрихт, Нидерланды);

Макаров Владимир Владимирович, доктор биологических наук, профессор, Российский университет дружбы народов (Москва, Российская Федерация)

Недосеков Виталий Владимирович, доктор ветеринарных наук, профессор, Институт ветеринарной медицины Национального аграрного университета (Киев, Украина)

Онолрагчаа Ганболд, Ph.D, Монгольский государственный университет образования (Улан-Батор, Монголия)

Паршин Павел Андреевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии (Воронеж, Российская Федерация)

Сотникова Лариса Федоровна, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский биотехнологический университет (Москва, Российская Федерация)

Стекольников Анатолий Александрович, доктор ветеринарных наук, профессор, ректор, Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Степанова Марина Вячеславовна, доктор ветеринарных наук, доцент, Российский биотехнологический университет (Москва, Российская Федерация)

Твердохлебова Татьяна Ивановна, доктор медицинских наук, Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Фернандо Саймон Мартин, профессор Университета Саламанки (Саламанка, Испания)

Чкиндалс Михаил Леонидович, кандидат биологических наук, доцент, Рутгерский государственный университет штата Нью-Джерси (Нью-Брансуик, США)

Чистяков Владимир Анатольевич, доктор биологических наук, Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Editorial Board

Editor-in-Chief

Alexey M. Ermakov, Dr.Sci. (Biology), Professor, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Deputy Chief Editor

Polina V. Aksenova, Dr.Sci. (Biology), Professor, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Executive Editor

Inna M. Kaloshkina, Cand.Sci. (Veterinary Medicine), Head of the Antiparasitic, Veterinary and Sanitary Activities Department, State-Funded Institution of the Krasnodar Region “Krasnodar Regional Station for Combating Animal Diseases” (Krasnodar, Russian Federation)

Executive Secretary

Alina V. Lamteva, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Alexander I. Klimenko, Dr.Sci. (Agriculture), Professor, Don State Agrarian University (Persianovsky Settlement, Russian Federation)

Ammar Algburi, Ph.D. (Biology), Dean of the Veterinary Faculty, Diyala University (Baakuba, Iraq)

Anatoly A. Stekolnikov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

Andrey N. Kvochko, Dr.Sci. (Biology), Professor, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Anna V. Aleshukina, Dr.Sci. (Medicine), Rostov Scientific Research Institute of Microbiology and Parasitology (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Ariunbold Jargalsaikhan, Ph.D., Mongolian State University of Education (Ulaanbaatar, Mongolia)

Fernando Simón Martín, Professor, University of Salamanca (Salamanca, Spain)

Igor V. Bondar, Dr.Sci. (Biology), Head of the Physiology of Sensory Systems Laboratory, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Jean-François Bruyas, D.V.M., Ph.D., Laureate of the Paul Sabatier University, Diplome of the European College of Animal Reproduction (ECAR), President of the French Association for the Study of Animal Reproduction, Member of the Exam Committee of the European College of Animal Reproduction (ECAR), Professor of theriogenology, National College of Veterinary Medicine, Food Science and Engineering (Nantes, France)

Koen Venema, Ph.D (Natural Sciences), Maastricht University (Maastricht, Netherlands)

Larisa F. Sotnikova, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Russian Biotechnological University (Moscow, Russian Federation)

Marina V. Stepanova, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor, Russian Biotechnological University (Moscow, Russian Federation)

Michael L. Chikindas, Cand.Sci. (Biology), Associate Professor of Food Science Department, Rutgers University, the State University of New Jersey (New Brunswick, USA)

Oleg A. Verkhovsky, Dr.Sci. (Biology), Professor, Diagnostic and Prevention Research Institute for Human and Animal Diseases (Moscow, Russian Federation)

Olga V. Dilekova, Dr.Sci. (Biology), Associate Professor, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Onolragchaa Ganbold, Ph.D., Mongolian State University of Education (Ulaanbaatar, Mongolia)

Pavel A. Parshin, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy (Voronezh, Russian Federation)

Sergey N. Kartashov, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Sergey V. Konyaev, Cand.Sci. (Biology), Chief Medical Officer of the Veterinary Clinic “AS Vet” (Novosibirsk, Russian Federation)

Taras I. Aliper, Dr.Sci (Biology), Professor, National Research Center for Epidemiology and Microbiology Named after Honorary Academician N.F. Gamaleya (Moscow, Russian Federation)

Tatyana I. Tverdokhlebova, Dr.Sci. (Medicine), Rostov Scientific Research Institute of Microbiology and Parasitology (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Tatyana N. Derezina, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Vitalii V. Nedosekov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor of the Institute of Veterinary Medicine, National Agrarian University (Kiev, Ukraine)

Vladimir A. Chistyakov, Dr.Sci. (Biology), Academy of Biology and Biotechnology of Southern Federal University, (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Vladimir V. Makarov, Dr.Sci. (Biology), Professor, Honoured Scholar of the Russian Federation, Professor, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation)

Yurii A. Vatnikov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation)

СОДЕРЖАНИЕ

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

- Евсюков А.П., Потапенко И.О.* Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 4. *Acanthocephala*. Общее заключение 7
- Белова Л.М., Гаврилова Н.А.* Анализ клинических случаев бабезиоза собак в г. Санкт-Петербурге 15

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

- Карташов С.Н., Петрова М.А., Бутенков А.И., Карташова А.С.* Коллапс трахеи и хронический бронхит как причина кашля у собак с эндокардиозом 22
- Карташов С.Н., Петрова М.А.* Эффективность и безопасность ингаляционного введения кортикостероидов при контроле хронического кашля у собак с эндокардиозом и застойной сердечной недостаточностью 31
- Галустян Д.Б., Дилекова О.В.* Морфометрические параметры опухоли молочной железы как новые критерии в дифференцировке гистологических типов у собак 37
- Новак М.Д., Новак А.И.* Анализ биохимических показателей белкового обмена у коров голштинской породы с целью профилактики патологий репродуктивной системы 45

ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

- Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С.* Использование кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве: обзор научной литературы 52

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

- Хатиб Я.* Бешенство на Ближнем Востоке: причины распространения, способы борьбы и меры профилактики 67

CONTENTS

PARASITOLOGY

- Evsyukov AP, Potapenko IO.** Helminth Fauna of Bats of the Rostov Region: Review. 4. Acanthocephala. General Conclusions 7
- Belova LM, Gavrilova NA.** Analysis of Clinical Cases of Canine Babesiosis in Saint Petersburg 15

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

- Kartashov SN, Petrova MA, Butenkov AI, Kartashova AS.** Tracheal Collapse and Chronic Bronchitis as a Cause of Coughing in Dogs with Endocardiosis 22
- Kartashov SN, Petrova MA.** Efficacy and Safety of Inhaled Administration of Corticosteroids in the Frame of Controlling Chronic Coughing in Dogs with Endocardiosis and Congestive Heart Failure 31
- Galustyan DB, Dilekova OV.** Morphometric Parameters as the New Differentiation Criteria of Histological Types of Mammary Gland Tumour in Dogs 37
- Novak MD, Novak AI.** Analysis of Protein Metabolism by Biochemical Parameters in Holstein Cows for Preventing the Reproductive System Pathologies 45

PRIVATE ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, TECHNOLOGIES OF FEED PREPARATION AND PRODUCTION OF LIVESTOCK PRODUCTS

- Kilyakova YuV, Miroshnikova EP, Arinzhanov AE, Mingazova MS.** Use of Feed Additives with Sorption Properties in Fish Farming: Literature Review 52

INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY

- Khatib Ya.** Rabies in the Middle East: Causes of Spread, Methods of Control and Prophylaxis: A Review of the English Language Sources 67

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

PARASITOLOGY



УДК 576.895.133:599.4

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-7-14>

Обзор предметного поля

Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 4. Acanthocephala. Общее заключение

А.П. Евсюков , И.О. Потапенко

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

aevsukov@mail.ru

EDN: OZEYWA

Аннотация

Введение. Скребни (Acanthocephala) являются маленькой группой гельминтов, в настоящее время рассматриваемой в ранге типа. Взрослые гельминты обитают в кишечнике различных позвоночных. Яйца выделяются в окружающую среду с фекалиями, где инвазируют членистоногих, являющихся промежуточными хозяевами. Жизненные циклы ряда видов скребней могут усложняться за счет включения факультативных, транспортных, паратенических или постциклических хозяев. Рукокрылые являются дефинитивными, промежуточными или паратеническими хозяевами различных групп паразитических червей, что делает их важным звеном в эпизоотических цепях распространения инвазионных заболеваний. Целью серии статей является изучение видового состава гельминтов, паразитирующих у рукокрылых на территории Ростовской области. В четвертом сообщении мы приводим данные по скребням и обобщаем ранее опубликованные сведения.

Материалы и методы. Материалами исследования явились статьи из общедоступных баз данных: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), «Киберленинка» (cyberleninka.ru), Google Scholar (scholar.google.com), BHL (www.biodiversitylibrary.org), JSTOR (www.jstor.org) и др. библиотечных фондов. Некоторые данные предоставили коллеги.

Результаты исследования. Приведен список трех видов скребней, которые могут паразитировать у летучих мышей РО. При анализе литературных данных в список нематод добавлен ещё один вид, не отмеченный нами ранее.

Обсуждение и заключение. Результаты проведенного обзора показали, что у 15 видов летучих мышей, обитающих в РО, могут паразитировать 3 или 4 вида скребней, относящихся к 3 родам, 2 семействам и 2 отрядам.

Всего у рукокрылых РО могут обитать 104 вида гельминтов, относящихся к трем типам: Nematoda, Platyhelminthes и Acanthocephala. При этом наибольшее количество паразитов приходится на класс Trematoda — 42 вида. Наибольшее количество видов гельминтов было зарегистрировано у позднего кожана (54 вида) и рыжей вечерницы (50 видов). Наименьшее количество (4 вида) — у нетопыря пигмея.

Наши данные показывают, что гельминтофауна рукокрылых Ростовской области, России и в целом в мире остается слабо изученной. При этом ряд отмеченных нами видов паразитических червей имеет ветеринарное и медицинское значение, а летучие мыши участвуют в эпизоотических цепях как факультативные звенья.

Ключевые слова: скребни, гельминты, паразиты рукокрылых, летучие мыши Ростовской области

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность О.А. Логиновой (Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва) и S.L. Gardner (University of Nebraska, Lincoln, USA) за предоставленные литературные источники.

Для цитирования. Евсюков А.П., Потапенко И.О. Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 4. Acanthocephala. Общее заключение. *Ветеринарная патология*. 2024;23(4):7–14. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-7-14>

Helminth Fauna of Bats of the Rostov Region: Review. 4. Acanthocephala. General ConclusionsAleksandr P. Evsyukov , Igor O. Potapenko 

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

 aevsukov@mail.ru**Abstract**

Introduction. The thorny-headed worms (*Acanthocephala*) are a small group of helminths, currently classified as a phylum. Adult helminths live in the intestines of various vertebrates. Eggs are excreted into the environment with feces, and in this way infest the arthropods, who are the intermediate hosts. The life cycles of some *acanthocephala* species can get complicated due to inclusion of the facultative, transport, paratenic or postcyclic hosts. Chiropterans can be the definitive, intermediate or paratenic hosts for the various groups of parasitic worms, therefore they are an important link in the epizootic chains of spreading the invasive diseases. The aim of the articles of this series is to study the species composition of helminths parasitizing in bats of the Rostov Region. In the fourth paper of this series, we present data on thorny-headed worms and sum-up the previously published information.

Materials and Methods. The research materials were the articles from the open access databases: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), CyberLeninka (cyberleninka.ru), Google Scholar (scholar.google.com), BHL (www.biodiversity-library.org), JSTOR (www.jstor.org), etc. Some data were provided by the colleagues.

Results. The list comprising three species of thorny-headed worms that can parasitize in bats in Rostov region was compiled. While analysing the literature sources, one more Nematoda species, not mentioned by us previously, was added to the list of nematodes.

Discussion and Conclusion. The results of the review revealed that 15 bat species living in the Rostov region can be parasitized by 3 or 4 *Acanthocephala* species of 3 genera, 2 families and 2 orders. In total, 104 helminth species of three phyla can parasitize in chiropterans in the Rostov region: Nematoda, Platyhelminthes and *Acanthocephala*. Whereas, the largest number of parasites falls on the class Trematoda – 42 species. The largest number of helminth species was recorded in the serotine bat (54 species) and the common noctule (50 species). The least amount (4 species) – in the soprano pipistrelle. Our data show that the helminth fauna of bats in the Rostov region, Russia and in the world as a whole is still poorly studied. At the same time, some of the parasitic worm species distinguished in our research have the veterinary and medical significance, moreover, bats participate in the epizootic chains as the facultative hosts.

Keywords: thorny-headed worms, helminths, bat parasites, bats of the Rostov region

Acknowledgements. The authors express their sincere gratitude to O.A. Loginova (Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow) and S.L. Gardner (University of Nebraska, Lincoln, USA) for providing the literature sources.

For Citation. Evsyukov AP, Potapenko IO. Helminth Fauna of Bats of the Rostov Region: Review. 4. *Acanthocephala*. General Conclusions. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;23(4):7–14. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-7-14>

Введение. Скребни (*Acanthocephala*) — относительно маленькая группа паразитических червей, выделяемая в настоящее время в отдельный тип. Взрослые гельминты раздельнополы, обитают в кишечнике различных позвоночных. Яйца выделяются в окружающую среду с фекалиями, где инвазируют промежуточных хозяев — членистоногих, в теле которых развиваются личинки [1]. Эмбриональная личинка акантор в теле промежуточного хозяина мигрирует из кишечника в полость тела, где превращается в округлую акантеллу. Последняя, в свою очередь, образует нектоточную оболочку и становится инвазионной формой — цистакантом. Жизненные циклы ряда видов скребней могут усложняться за счет включения факультативных транспортных, паратенических или постциклических хозяев [2].

В качестве промежуточных хозяев класса *Archiacanthocephala*, к которому относятся все паразитирующие у рукокрылых виды, выступают насекомые [2]. Однако детали жизненных циклов, спектры хозяев и особенности биологии различных стадий развития скребней остаются до сих пор не изученными. Эта область исследований продолжает быть актуальной в связи с тем, что ряд видов скребней являются паразитами человека и домашних животных. В целом, рукокрылые могут выступать как дефинитивные, промежуточные или паратенические хозяева различных групп паразитических червей, что делает их важным звеном в эпизоотических цепях распространения инвазионных заболеваний. Поскольку летучие мыши обладают высокой вагиальностью, они также способствуют широкому

географическому распространению паразитов, а их обитание в городах повышает вероятность передачи инвазионных стадий человеку и домашним животным.

В рамках трех предыдущих публикаций были изучены литературные источники о видах летучих мышей Ростовской области (РО) и о разнообразии паразитирующих у них нематод, трематод и цестод [3–5]. Данная четвертая часть исследования посвящена изучению видового состава скребней, а также анализу всей гельминтофауны рукокрылых РО. Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

- провести системный анализ опубликованных данных по видовому составу скребней рукокрылых, обитающих в РО;
- выявить виды скребней, которые помимо летучих мышей могут паразитировать у домашних животных;
- проанализировать биоразнообразие гельминтов рукокрылых РО.

Материалы и методы. Материалы исследований получены в библиотеках и на общедоступных ресурсах: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), «Киберленинка» (cyberleninka.ru), Google Scholar (scholar.google.com), BHL (www.biodiversitylibrary.org), JSTOR (www.jstor.org) и др. Находки видов рукокрылых, зарегистрированных в РО, приведены по данным Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org). Для визуализации индекса несходства Брея-Кертиса использовалось программное обеспечение BioDiversity Pro. Систематика скребней приведена по [6], нематоды по [7].

Результаты исследования. На основании проанализированных литературных данных об эндопаразитах составлен список скребней рукокрылых Ростовской области:

Тип Acanthocephala Koelreuther, 1771
Класс Archiacanthocephala Meyer, 1931
Отряд Moliniformida Schmidt, 1972
Семейство Moliniformidae Van Cleave, 1924
Род *Moliniformis* Travassos, 1915
Moliniformis spiralis Subrahmanian, 1927

Жизненный цикл не изучен. Зарегистрирован у пластинчатой (*Neosokia bengalensis*) и черной крыс (*Rattus rattus*) из Бирмы [8, 9, 10].

Личинка ещё одного вида этого рода, *M. moliniformis* (Bresmer, 1811), была отмечена в кишечнике не встречающейся в РО ночницы Наттерера (*Myotis nattereri*) на территории Мордовии [11]. Этот вид отмечался у грызунов, хищных и человека [12]. Поскольку для большинства скребней видовая идентификация осуществляется по морфологическим признакам взрослых форм и яиц с эмбриональной личинкой [2, 13], точное определение может быть ошибочным.

Географическое распространение: Бирма [8–10]. У летучих мышей отмечался в США и Киргизии [14, 15].

Летучие мыши хозяева РО: *Eptesicus serotinus* [14–16].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [15].

Отряд Oligacanthorhynchida Petrochenko, 1956

Семейство Oligacanthorhynchidae Southwell et Macfie, 1925

Род *Macracanthorhynchus* Travassos, 1917

Macracanthorhynchus hirudinaceus (Pallas 1781);

Окончательными хозяевами является широкий круг млекопитающих, в том числе сельскохозяйственные животные, в первую очередь свиньи, собаки, а также человек, у которых паразиты локализуются в кишечнике. Промежуточные хозяева — личинки и имаго различных жесткокрылых, в первую очередь пластинчатых (Scarabeidae), у которых развиваются личиночные стадии [8, 12]. Акантелла была найдена в подкожной клетчатке у кур [8].

У летучих мышей из Грузии были обнаружены личинки (стадия развития личинки неизвестна) [17]. Заражение летучих мышей, возможно, происходит при поедании жуков. По мнению В.Г. Скворцова [18], находки из Грузии требуют подтверждения. Вероятно, рукокрылые являются паратеническими хозяевами.

Географическое распространение: Космополит [8]. У летучих мышей был обнаружен только в Грузии [17, 19].

Летучие мыши хозяева РО: *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus kuhlii* [14, 16, 19, 20].

Локализация в организме летучей мыши: личинки в кишечнике [17].

Род *Neonicicola* Schmidt, 1972

Neonicicola novellai (Parona, 1890)

Жизненный цикл не изучен. Отмечен у рукокрылых из Центральной и Северной Америки из Закавказья [14, 17, 21]. Как и в случае с предыдущим видом, заражение может происходить при поедании жесткокрылых, но находки из Закавказья требуют подтверждения [18]. Вероятно, рукокрылые являются паратеническими хозяевами.

Географическое распространение: Пуэрто-Рико, Куба, США, Грузия [Gibson, McCarthy, 1987, Lanza, Мацаберидзе, 1966].

Летучие мыши хозяева РО: *Nyctalus leisleri* [14, 16].

Локализация в организме летучей мыши: личинки в кишечнике [17].

После выхода наших предыдущих статей данной серии были выпущены две важные публикации [11, 22], в которых сообщалось о находке ещё одного вида нематод, который не упоминался нами ранее [3]:

Тип Nematoda Potts, 1932

Класс Chromadorea Inglis, 1983

Отряд Spirurida Railliet, 1915

Семейство Physalopteridae Railliet, 1893

Род *Physaloptera* Rudolphi, 1819

Physaloptera clausa Rudolphi, 1819

Широко распространенный паразит хищных и насекомых, в первую очередь ежей [11, 23]. Является потенциальным вектором для бактерий рода *Leptospira* [24]. Рукокрылые, вероятно, являются паратеническими хозяевами.

Географическое распространение: Голарктика [11, 23].

Летучие мыши хозяева РО: *Pipistrellus nathusii* [11].

Локализация в организме летучей мыши: слизистая оболочка желудка [11].

Обсуждение и заключение. У 15 видов летучих мышей, обитающих в РО, могут паразитировать 3 вида скребней, относящихся к 3 родам, 2 семействам и 2 отрядам. Таким образом, эта группа гельминтов является самой малочисленной по количеству видов как для рукокрылых, так и для других хозяев. Так, например, для человека зарегистрировано 10 видов акантоцефал, 51 — цестод, 116 — трематод, 114 — нематод [12].

Всего у рукокрылых РО могут обитать 104 вида гельминтов, относящихся к трем типам: Nematoda, Platyhelminthes и Acanthocephala. При этом наибольшее количество паразитов приходится на класс Trematoda — 42 вида.

Большинство гельминтов, как и следовало ожидать — специфичные паразиты рукокрылых. Сами рукокрылые выступают в роли дефинитивных хозяев, особенно это характерно для плоских червей, обладающих сложными жизненными циклами, при которых промежуточными хозяевами являются различные насекомые, являющиеся пищей летучих мышей.

Для четырех видов нематод (*Ascarops strongylina*, *Physocephalus sexalatus*, *Physaloptera clausa* и *Spirocerca lupi*) и трех видов скребней (*Macracanthorhynchus*

hirudinaceus, *Neonicola novellai*, *Moliniformis moliniformis*) летучие мыши являются паратеническими хозяевами и участвуют в распространении паразитов. У двух первых видов нематод и первого вида скребней в качестве дефинитивных хозяев выступают свиньи, не имеющие пищевых связей с рукокрылыми. Таким образом, для этих видов гельминтов, рукокрылые выступают «экологической ловушкой» [25]. Дефинитивными хозяевами остальных видов нематод, *Ph. clausa*, *S. lupi*, и скребней *N. novellai*, *M. moliniformis*, выступают хищные млекопитающие, к которым относятся домашние кошки и собаки. Они могут подбирать и поедать травмированных или находящихся в спячке летучих мышей и, таким образом, заражаться [3].

Среди трематод также регистрировались два вида, паразитирующие у домашних животных и человека, — *Plagiorchis elegans* и *P. vespertilionis*. Однако из-за сложного жизненного цикла, сопровождающегося обязательной сменой хозяев, заражение сосальщиками от летучих мышей невозможно. Это же касается и цестод, среди которых потенциально могут заражать человека виды семейства Hymenolepididae [5]. Также некоторые виды гельминтов рукокрылых, обладающие высоким зоннозным потенциалом, могут вызывать новые инвазии как человека, так и домашних животных [26].

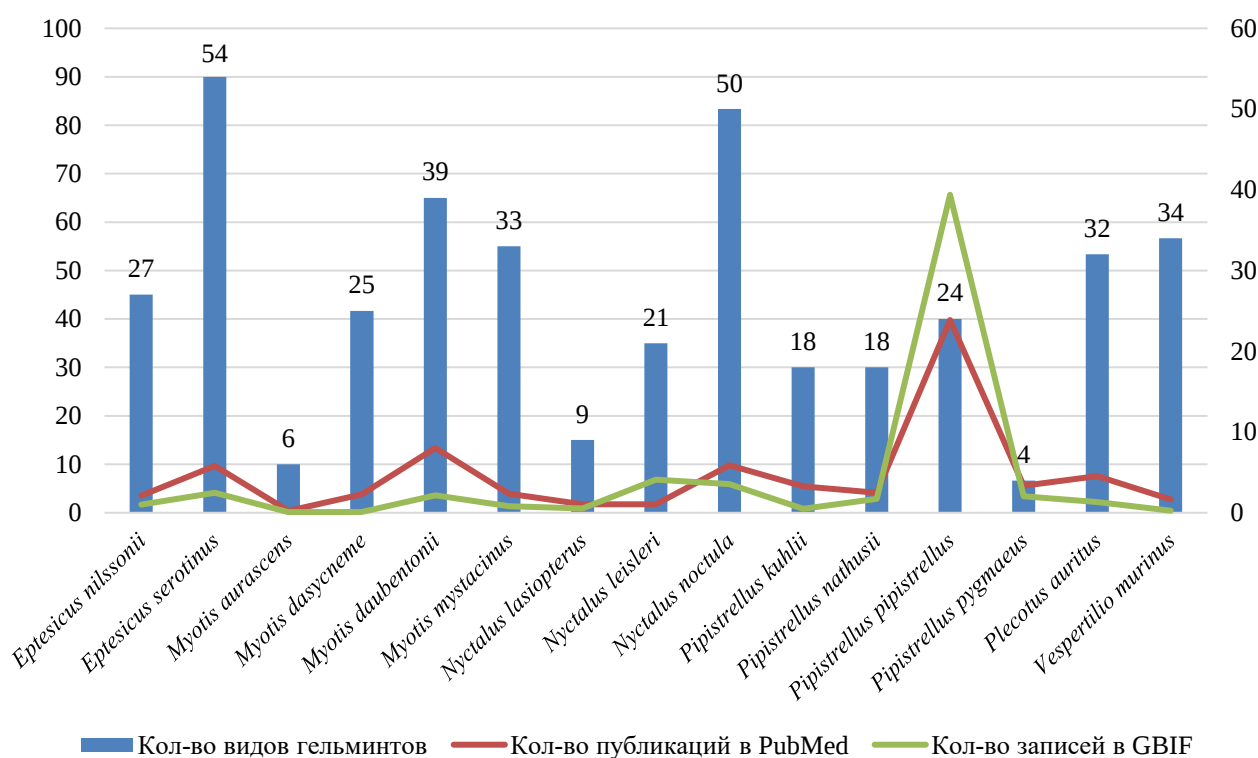


Рис. 1. Количество видов гельминтов, паразитирующих у различных рукокрылых Ростовской области: количество публикаций о видах летучих мышей в PubMed (%) и количество записей об этих видах в GBIF (%)

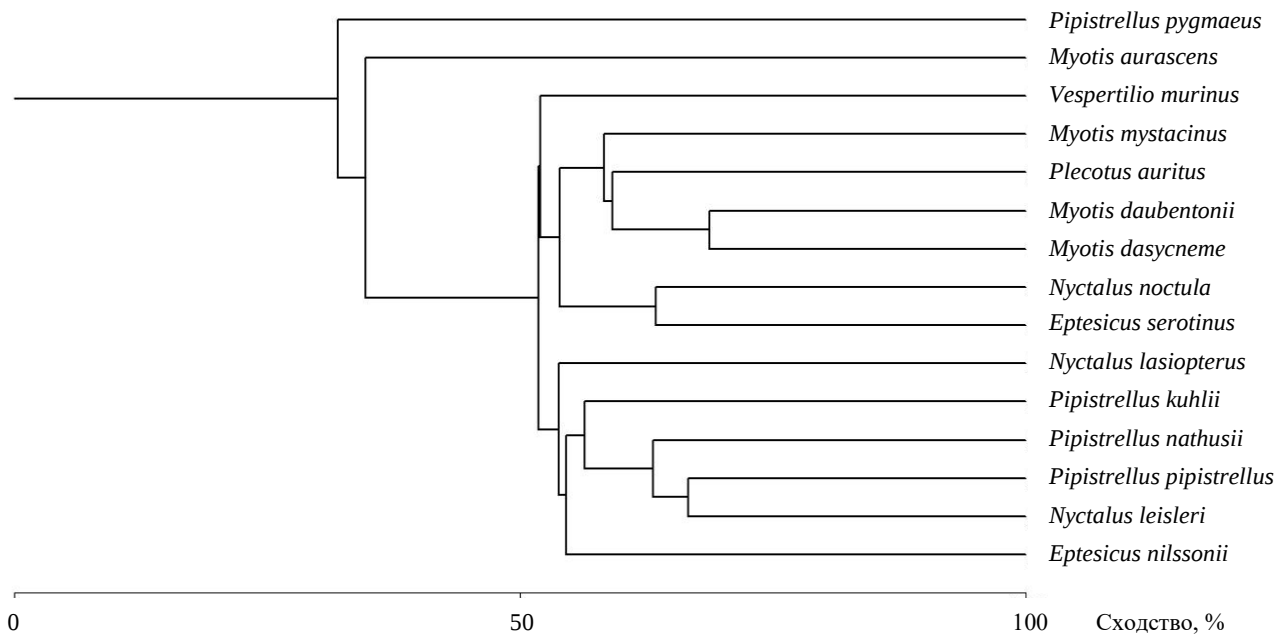


Рис. 2. Дендрограмма кластерного анализа видов рукокрылых Ростовской области по индексу несходства Брея-Кертиса

Наибольшее количество видов гельминтов было зарегистрировано у позднего кожана (54 вида) и рыжей вечерницы (50 видов). Наименьшее количество (4 вида) — у нетопыря пигмея. Такой разброс по количеству видов паразитов, когда даже у двух видов одного рода количество гельминтов может отличаться в 2 раза, показался нам странным. Для того чтобы попробовать объяснить этот парадокс, мы сопоставили количество видов гельминтов у различных видов рукокрылых РО с их изученностью. Изученность летучих мышей мы условно определяли по двум параметрам — количество находок видов в GBIF (в % от общего количества) и количество статей на сайте PubMed при поиске по латинским названиям видов (также в %). Наше предположение о том, что в целом количество найденных видов паразитических червей у рукокрылых соответствует степени их изученности, подтвердилось для большинства видов. Только у нетопыря-карлика отмечено несоответствие предложенному объяснению — 24 вида гельминтов, но при этом высокая степень изученности (407 публикаций в PubMed и около 3 млн записей в GBIF — самое большое количество среди всех летучих мышей РО). С другой стороны, для этого вида рода нетопыря известно самое большое количество видов паразитических червей, что, вероятно, близко к реально существующему числу. Для большинства других

видов рукокрылых видовое разнообразие гельминтов будет увеличиваться по мере их изучения.

Также мы рассчитали индексы несходства Брея-Кертиса для того, чтобы оценить сходство альфа-биоразнообразия гельминтов между разными видами летучих мышей (рис. 2). В целом, в дендрограмме довольно ясно группируются виды одного рода, например, нетопыри или вечерницы. Обращают на себя внимание два вида, золотистая ночница и нетопырь-пигмей, располагающиеся на отдельных ветвях дендрограммы. Это связано с крайне малым количеством гельминтов, обнаруженным у данных видов.

В нашей стране в настоящее время существующие исследования касаются Среднего Поволжья [11, 22, 27–32], в то время как гельминтофауна рукокрылых Ростовской области, России, да и в целом в мире остается слабо изученной. При этом ряд отмеченных нами видов паразитических червей имеет ветеринарное и медицинское значение, а летучие мыши участвуют в эпизоотических цепях как факультативные звенья. Также нельзя исключать возможной поливалентности рукокрылых по отношению к некоторым видам нематод и скребней [33]. Кроме того, гельминты могут выступать как векторы вирусных и бактериальных патогенов, осуществляя их трансмиссию от летучих мышей к домашним животным и человеку [34].

Список литературы / References

- Monks S. Zootaxa 20th Anniversary Celebration: Section Acanthocephala. *Zootaxa*. 2021;4979(1):31–37. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4979.1.7>
- Лисицына О.И. Фауна Украины. Т. 31. Акантоцефалы (*Acanthocephala*). Киев: Наукова Думка; 2019. 224 с. Lisitsyna OI. *Fauna of Ukraine. Vol. 31. Acanthocephala*. Kiev: Naukova Dumka; 2019. 224 p. (In Russ.)
- Евсюков А.П., Цыганкова М.Г. Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 1. Nematoda. *Ветеринарная патология*. 2023;22(3):5–16. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-5-16>
- Evsyukov AP, Tsygankova MG. Helminth Fauna of Bats in the Rostov Region: A Review. 1. Nematoda. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2023;22(3):5–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-5-16>

4. Евсюков А.П., Цыганкова М.Г. Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 2. Trematoda. Ветеринарная патология. 2024;23(1):7–20. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-1-7-20>
- Evsyukov AP, Tsygankova MG. Helminth Fauna of Bats of the Rostov Region: Review. 2. Trematoda. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;23(1):7–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-1-7-20>
5. Евсюков А.П., Потапенко И.О., Цыганкова М.Г. Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 3. Cestoda. Ветеринарная патология. 2024;23(2):7–14. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-2-7-14>
- Evsyukov AP, Potapenko IO, Tsygankova MG. Helminth Fauna of Bats of the Rostov Region: A Review. 3. Cestoda. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;23(2):7–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-2-7-14>
6. Smales L. Acanthocephala. In: *Handbook of Zoology. Vol. 3: Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera*. Schmidt-Rhease A. (Ed.). Berlin: De Gruyter; 2015. P. 317–336.
7. Hodda M. Phylum Nematoda: A Classification, Catalogue and Index of Valid Genera, with a Census of Valid Species. *Zootaxa*. 2022;5114(1):1–289. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5114.1.1>
8. Петровиченко В.И. Акантоцефалы (скребни) домашних и диких животных. Т. 2. Скрыбин К.И. (ред). Москва: Издательство Академии Наук СССР; 1958. 458 с.
- Petrochenko VI. *Acanthocephalans (Acanthocephalans) of Domestic and Wild Animals. Vol. 2*. Skryabin KI (Ed.). Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences; 1958. 458 p. (In Russ.)
9. Naidu KV. *Fauna of India and the adjacent countries: Acanthocephala*. Kolkata: Zoological Survey of India; 2012. 638 p.
10. Martins NGB, Robles MR, Navone GT. A New Species of *Moniliformis* from a Sigmodontinaerodent in Patagonia (Argentina). *Parasitology Research*. 2017;116:2091–2099. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5508-9>
11. Kirillova NYu, Kirillov AA. Overview of Helminths in Bats (Chiroptera, Vespertilionidae) in the Middle Volga Region (European Russia). *Proceedings of the Mordovian State Nature Reserve Named after P. G. Smidovich*. 2024;34:5–22. <http://doi.org/10.24412/cl-31646-2686-7117-2024-34-5-22>
12. Mathison BA, Sapp SGH. An Annotated Checklist of the Eukaryotic Parasites of Humans, Exclusive of Fungi and Algae. *ZooKeys*. 2021;1069:1–313. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1069.67403>
13. Петровиченко В.И. Акантоцефалы (скребни) домашних и диких животных. Т. 1. Скрыбин К.И. (ред). Москва: Издательство Академии Наук СССР; 1956. 435 с.
- Petrochenko VI. *Acanthocephalans (Acanthocephalans) of Domestic and Wild Animals. Vol. 1*. Skryabin K.I. (Ed.). Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences; 1956. 435 p. (In Russ.)
14. Gibson DI, McCarthy TJ. Bats as Hosts of Acanthocephalan Parasites. *Helminthological Abstracts (Series A)*. 1987;56(5):159–162.
15. Логачева Л.С. Гельминты летучих мышей в Киргизии. В: *Фауна гельминтов животных и растений Киргизии*. Фрунзе: Илим; 1974. С. 49–51.
- Logacheva LS. Helminths of Bats in Kyrgyzstan. In: *Fauna of Helminths of Animals and Plants of Kyrgyzstan*. Frunze: Ilim; 1974. P. 49–51. (In Russ.)
16. Lanza B. *I Parassiti dei Pipistrelli (Mammalia, Chiroptera) della Fauna Italiana*. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali; 1999. 318 p.
17. Мацаберидзе Г.В. Гельминты микромамманий Восточной Грузии. Автореферат. Тбилиси: ТГУ; 1966. 22 с.
- Matsaberidze GV. Helminths of *Micromammals of Eastern Georgia*. Abstract. Tbilisi: TSU; 1966. 22 p. (In Russ.)
18. Скворцов В.Г. Критический обзор фауны гельминтов летучих мышей СССР и стран Европы. *Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук*. 1971;6:53–59.
- Skvortsov VG. A Critical Review of the Helminth Fauna of Bats of the USSR and European Countries. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Moldavian SSR. A Series of Biological and Chemical Sciences*. 1971;6:53–59. (In Russ.)
19. Курашвили Б.Е., Мацаберидзе Г.В., Садыхов И.А., Родоная Т.Э. Паразитические черви мелких млекопитающих фауны Закавказья. Тбилиси: Мецниереба; 1989. 197 с.
- Kurashvili BE, Matsaberidze GV, Sadykhov IA, Rodonaya TE. *Parasitic Worms of Small Mammals of the Fauna of Transcaucasia*. Tbilisi: Metsniereba; 1989. 197 p. (In Russ.)
20. Tinnin DS, Ganzorig S, Gardner SL. Helminths of Small Mammals (Erinaceomorpha, Soricomorpha, Chiroptera, Rodentia, and Lagomorpha) of Mongolia. *Special Publications of the Texas Tech University Museum*. 2011;59:1–50. <http://doi.org/10.5962/bhl.title.142892>
21. Курашвили Б.Е. Акантоцефалы (*Acanthocephala*) животных Грузии. Тбилиси: Мецниереба; 1967. 96 с.
- Kurashvili BE. *Acanthocephala of Animals of Georgia*. Tbilisi: Metsniereba; 1967. 96 p. (In Russ.)
22. Kirillova NYu, Ruchin AB, Kirillov AA, Chikhlyayev IV, Alpeev MA. Overview of Helminths in Land Vertebrates from the Mordovia Nature Reserve, European Russia. *Nature Environment and Pollution Technology*. 2023;22(4):1667–1690. <http://doi.org/10.46488/NEPT.2023.v22i04.001>

23. Скрыбин К.И., Соболев А.А. *Основы нематодологии. Спирураты животного и человека и вызываемые ими заболевания. Часть II.* Москва: Издательство Наука; 1964. 333 с.
Skryabin KI, Sobolev AA. *Fundamentals of Nematodology. Animal and Human Spirurates and Diseases Caused by Them. Part II.* Moscow: Nauka Publishing House; 1964. 333 p. (In Russ.)
24. Torten M, Beemer AM, van der Hoeden J. Physaloptera Clausa, a Possible New Reservoir Host for Parasitic Leptospire. *Bulletin of the World Health Organization*. 1966;35(2):278–279.
25. Шарпило В.П., Саламатин Р.В. *Паратенический паразитизм: становление и развитие концепции: исторический очерк, библиография.* Киев; 2005. 237 с.
Sharpilo VP, Salamatina RV. Paratenic Parasitism: Formation and Development of the Concept: Historical Essay, Bibliography. Kiev; 2005. 237 p. (In Russ.)
26. Majewska AA, Huang T, Han B, Drake JM. Predictors of Zoonotic Potential in Helminths. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 2021;376(1837):20200356. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0356>
27. Кириллов А.А., Ручин А.Б., Артаев О.Н. Гельминты рукокрылых (Chiroptera) Мордовии. *Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева*. 2015;(4(19)):319–328.
28. Kirillov AA, Ruchin AB, Artaev ON. Helminths of Bats (Chiroptera) from Mordovia. *Vestnik of Volzhsky University Named after V.N. Tatishchev*. 2015;(4(19)):319–328. (In Russ.)
28. Ручин А.Б., Кириллов А.А., Чихляев И.В., Кириллова Н.Ю. *Паразитические черви наземных позвоночных Мордовского заповедника (аннотированный список видов). Том. 124. Флора и фауна заповедников.* Москва: Объединенная дирекция Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича и национального парка «Смоленский»; 2016. 72 с.
- Ruchin AB, Kirillov AA, Chikhlyayev IV, Kirillova NYu. *Parasitic Worms of Terrestrial Vertebrates of the Mordovian Nature Reserve (Annotated List of Species). Vol. 124. Flora and Fauna of Reserves.* Moscow: United Directorate of the Mordovian State Nature Reserve Named after P.G. Smidovich and “Smolny” National Park; 2016. 72 p. (In Russ.)
29. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Обзор гельминтофауны мелких млекопитающих Жигулёвского заповедника. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. 2017;2(2):24–37. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.007>
- Kirillova NYu, Kirillov AA. A Review of the Helminth Fauna of Small Mammals of the Zhiguli Reserve. *Nature Conservation Research*. 2017;2(2):24–37. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.007> (In Russ.)
30. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Вехник В.П., Ручин А.Б., Гришуткин Г.Ф. Гельминты рукокрылых (Chiroptera) национального парка «Смоленский»: предварительные сведения. *Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича*. 2018;(21):223–230.
- Kirillova NYu, Kirillov AA, Vekhnik VP, Ruchin AB, Grishutkin GF. Helminths of Bats (Chiroptera) of Smolny National Park: Preliminary Information. In: *Proceedings of the Mordovian State Nature Reserve Named after P. G. Smidovich*. 2018;(21):223–230. (In Russ.)
31. Kirillova NY, Kirillov AA, Vekhnik VA, Shchenkov SV, Fayzulin AI, Ruchin AB. Trematodes of Small Mammals (Erinaceomorpha, Soricomorpha, Rodentia and Chiroptera) in the Middle Volga Region (Russia). *Diversity*. 2023;15(7):796. (In Russ.) <https://doi.org/10.3390/d15070796>
32. Kirillova NY, Kirillov AA, Vekhnik VA. The Diversity of Trematodes in Myotis Bats (Chiroptera, Vespertilionidae) from the Samarskaya Luka (European Russia). *Animals*. 2023;13(23):3738. <https://doi.org/10.3390/ani13233738>
33. Божков Д.К. О поливалентных хозяевах гельминтов. *Паразитология*. 1969;3(3):253–257.
Bozhkov DK. On Polyvalent Hosts of Helminths. *Parasitology*. 1969;3(3):253–257. (In Russ.)
34. Perkins SE, Fenton A. Helminths as Vectors of Pathogens in Vertebrate Hosts: A Theoretical Approach. *International Journal for Parasitology*. 2006;36(8):887–894. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2006.04.001>

Об авторах:

Александр Павлович Евсюков, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), aevsukov@mail.ru

Игорь Олегович Потапенко, студент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](#), potappenko@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

А.П. Евсюков: научное руководство, цели и задачи исследования, формирование основной концепции, поиск литературы, анализ результатов, формирование выводов.

И.О. Потапенко: поиск литературы, подготовка текста, формирование выводов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Aleksandr P. Evsyukov, Cand.Sci (Biology), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), aevsukov@mail.ru

Igor O. Potapenko, Student of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [ORCID](#), potapenko@gmail.com

Claimed Contributorship:

AP Evsyukov: scientific supervision, aims and objectives of the research, formulating the main concept, literature search, analysis of the results, drawing the conclusions.

IO Potapenko: literature search, preparing the text, drawing the conclusions.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Поступила в редакцию / Received 11.10.2024

Поступила после рецензирования / Revised 12.11.2024

Принята к публикации / Accepted 13.11.2024

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

PARASITOLOGY



УДК 616.993.192.6:636.7(470.23-25)

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-15-21>

Оригинальное эмпирическое исследование

Анализ клинических случаев бабезиоза собак в г. Санкт-Петербурге

Л.М. Белова  , Н.А. Гаврилова 

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

 larissabelova2010@yandex.ru

EDN: ZQDFHO

Аннотация

Введение. В статье представлены случаи клинического проявления бабезиоза собак в г. Санкт-Петербурге. Описаны случаи бабезиоза у собак, вызванные паразитированием *Babesia canis* и *B. gibsoni*, в том числе локальные случаи инвазирования животных *B. canis*.

Материалы и методы. Из 12 собак, поступивших в ветеринарные клиники г. Санкт-Петербурга в период с апреля по октябрь 2023 г., у 10-ти животных диагностировали бабезиоз, вызванный *Babesia canis*, у 2-х — *B. gibsoni*.

Результаты исследования. Клиническая картина при бабезиозе, вызванном паразитированием *B. canis* и *B. gibsoni* схожа. Рассмотрены два случая бабезиоза, вызванные *B. gibsoni*. Выявлены 4 случая локального бабезиоза у собак, диагностированного в г. Санкт-Петербурге. Клинические признаки у животных варьировались от лихорадки и быстро развивающихся полиорганных расстройств до рецидивирующих и длительно протекающих анемий неизвестной этиологии. Биохимическим анализом крови выявили повышение АЛТ, АСТ, креатинина, мочевины, билирубина, щелочной фосфатазы, уменьшение содержания общего белка. Клиническим анализом установили в крови гиперхромную анемию, нейтрофильный лейкоцитоз, тромбоцитопению, повышение СОЭ. Решающим в постановке диагноза стала идентификация до вида ПЦР-методом с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в режиме реального времени.

Обсуждение и заключение. При инвазировании собак *B. canis* и *B. gibsoni* клиническая картина схожа. Течение бабезиоза, обусловленное паразитированием *B. gibsoni*, может быть острое и хроническое. Независимо от региона России в период активности иксодовых клещей в случае лихорадки и быстро развивающихся полиорганных расстройств у собак или рецидивирующих и длительно протекающих анемий неизвестной этиологии необходимо проводить диагностику в ПЦР на ДНК-возбудителей бабезиоза, в том числе и *B. gibsoni*. Своевременная диагностика в ПЦР позволяет не только правильно ставить диагноз «бабезиоз», но и проводить контроль эффективности терапии, поскольку не всегда однократный курс бывает эффективным. При бабезиозе, вызываемом паразитированием *B. canis*, эффективно применение препаратов, содержащих имидакарба дипропионат, а *B. gibsoni* — диминазена диацетурат. При полиорганных интоксикациях вследствие бабезиоза собак применение плазмафереза способствует стабилизации общего состояния животного.

Ключевые слова: собака, виды бабезий, диагностика, этиотропное лечение, имидакарб, диминазена диацетурат, феназон

Для цитирования. Белова Л.М., Гаврилова Н.А. Анализ клинических случаев бабезиоза собак в г. Санкт-Петербурге. Ветеринарная патология. 2024;23(4):15–21. <https://doi.org/10.23947/1682-5616-2023-23-4-15-21>

Analysis of Clinical Cases of Canine Babesiosis in Saint Petersburg

Larisa M. Belova  , Nadezhda A. Gavrilova 

Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russian Federation

 larissabelova2010@yandex.ru

Abstract

Introduction. The cases of clinical manifestation of canine babesiosis in St. Petersburg have been presented in the article. The cases of babesiosis in dogs caused by parasitizing *Babesia canis* and *B. gibsoni* have been described, including the local cases of animals infected with *B. canis*.

Materials and Methods. Out of 12 dogs admitted to veterinary clinics in St. Petersburg from April to October 2023, 10 were diagnosed with babesiosis caused by *Babesia canis*, and 2 – by *B. gibsoni*.

Results. The clinical picture of babesiosis caused by parasitizing *B. canis* and *B. gibsoni* was similar. Two cases of babesiosis caused by *B. gibsoni* were studied. Four locally acquired cases of babesiosis in dogs were diagnosed in St. Petersburg. The clinical signs in animals varied from fever and rapidly developing multiple organ dysfunction syndrome to recurrent and long-lasting anemias of unknown etiology. The biochemical blood test had revealed the elevated level of ALT, AST, creatinine, urea, bilirubin, alkaline phosphatase, and reduced level of total protein. By means of the clinical analysis, the hyperchromic anemia, neutrophilic leukocytosis, thrombocytopenia, and elevated erythrocyte sedimentation rate (ESR) were determined. The decisive factor in diagnosing was species-specific identification by using the real-time PCR method of fluorescence hybridization detection.

Discussion and Conclusion. The clinical picture observed in dogs infected with *B. canis* and *B. gibsoni* is similar. The course of babesiosis caused by *B. gibsoni* can be acute or chronic. Regardless of the region of Russia, during the period of Ixodid ticks activity, whenever the signs of fever and rapidly developing multiple organ dysfunction syndrome or recurring and long-lasting anemias of unknown etiology are observed in dogs, the PCR assay for detecting pathogen DNA of *Babesia*, including *B. gibsoni*, should be done. Timely PCR diagnostics not only allows for accurate diagnosis of babesiosis but also enables monitoring the efficacy of therapy since a single treatment course may not always be efficient. For babesiosis caused by *B. canis*, the use of drugs containing imidocarb dipropionate proved to be efficient, whereas for *B. gibsoni* — the ones containing diminazene diaceturate. In cases of multisystemic intoxication caused by canine babesiosis, the plasmapheresis helps to stabilize the overall condition of an animal.

Keywords: dog, *Babesia* species, diagnostics, etiotropic treatment, imidocarb, diminazene diaceturate, phenazone

For Citation. Belova LM, Gavrilova NA. Analysis of Clinical Cases of Canine Babesiosis in Saint Petersburg. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;23(4):15–21. <https://doi.org/10.23947/1682-5616-2023-23-4-15-21>

Введение. По данным исследователей и ветеринарных врачей в России, бабезиоз у собак чаще вызывает *Babesia canis* и реже другие виды возбудителя [1–3]. Известно, что клинические признаки бабезиоза являются весьма разнообразными. В некоторых случаях болезнь протекает с развитием синдрома полиорганного расстройства и смертью животного, а в других отмечается только лихорадка возвратного типа, угнетенное состояние и потеря веса [1, 2, 4]. Степень проявления симптомов болезни напрямую зависит от патогенности возбудителя и резистентности организма в момент инвазии [5, 6]. Молодняк и собаки, имеющие сопутствующие патологии, могут погибнуть даже при подостром течении от острой сердечной или респираторной недостаточности.

Более тяжелым течением характеризуется бабезиоз, вызываемый паразитированием *B. gibsoni*. Возбудитель *B. gibsoni* первоначально был обнаружен в Азии, но теперь его распространение подтверждено в Африке, Европе, на Ближнем Востоке, в Бразилии,

Северной Америке [1, 6–8]. Возбудители передаются клещами родов *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor* на всех фазах их развития.

Ранее были описаны случаи бабезиоза собак, вызванного паразитированием *B. gibsoni*, у собак, привезенных в г. Санкт-Петербург из других регионов [9]. Случаи инвазирования собак *B. canis* в Санкт-Петербурге регистрируются регулярно, в том числе у животных, не покидавших пределы города.

Бабезиоз на сегодняшний день ставит перед ветеринарными специалистами все более сложные задачи, и без современной диагностики с выявлением ДНК-возбудителей решать их чрезвычайно сложно [2, 4, 10].

При лечении собак за рубежом используют комплексный подход, состоящий из трех компонентов: уничтожение паразита, переливание крови при лечении тяжелой анемии и поддерживающая терапия при осложнениях и нарушениях обмена веществ [11].

Для бабезиоза, вызванного *B. gibsoni*, характерным

является низкая эффективность многих терапевтических средств, что заставляет ветеринарных врачей прибегать к полипрагмазии.

Анализ течения бабезиоза собак и дифференцированный подход в зависимости от вида возбудителя к комплексной терапии, обеспечивающей благоприятный исход болезни, стали целью данного исследования.

Материалы и методы. Объектом исследования были двенадцать собак разных пород и возрастных групп, поступившие в ветеринарные клиники Санкт-Петербурга в период с апреля по октябрь 2023 г. с лихорадкой, летаргией, гемолитической анемией и тромбоцитопениями. После сбора анамнеза у животных брали первую каплю крови из капиллярных сосудов ушной раковины, готовили тонкий мазок (по 3 от каждого животного), окрашивали по Романовскому-Гимзе. Световой микроскопией с использованием микроскопа Carl Zeiss Primo Star с визуализацией при ув.×1000 выявляли простейших рода *Babesia*. Уточнение вида паразитов рода *Babesia* проводили ПЦР-методом с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в режиме реального времени в ветеринарной лаборатории «Поиск» (г. Санкт-Петербург).

Венозную кровь брали в пробирки с КЗ этилендиаминтетраацетат (ЭДТА) для клинического исследования и пробирки с активатором свертывания и гелем — для биохимического исследования. Лабораторные исследования проводили в условиях клинко-биохимической лаборатории ФГБОУ ВО СПбГУВМ.

Для определения содержания гемоглобина в крови, а также исследования сыворотки крови использовали полуавтоматический биохимический анализатор Clima MC-15 RAL (Испания). В анализаторе в сыворотке крови определяли содержание мочевины, креатинина, общего билирубина, аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), щелочной фосфатазы (ЩФ).

Определение количества форменных элементов в крови проводили по общепринятым методикам. Подсчет эритроцитов и лейкоцитов осуществляли в камере Горяева. Подсчет лейкоцитарной формулы крови производили в окрашенных по Романовскому-Гимзе мазках из периферической крови, а затем выводили процентное соотношение отдельных видов лейкоцитов. Определение СОЭ проводили методом Панченкова (в капилляре).

С целью этиотропного лечения животным применили подкожно препарат с д. в. имидакарба дипропионат «Пиро-Стоп» («Апиценна», Россия) из расчета 6 мг/кг однократно, и д. в. диминазена диацетурат и феназон «Неозидин М» («Нита-фарм», Россия) в дозе 0,5 мл на 10 кг массы животного, внутримышечно, дробно, в два приема с интервалом 2 часа.

Результаты и обсуждение. У 8-ми обследованных собак в анамнезе были поездки в различные регионы страны (Липецкая, Брянская, Ростовская области,

г. Симферополь, г. Тольятти), 4 — не покидали пределы Санкт-Петербурга. На теле всех животных ранее были обнаружены напивавшиеся иксодовые клещи.

У всех животных была схожая клиническая картина. При обращении в клинику у них отмечалась вялость, апатия, слабость конечностей, повышение температуры тела до 39,5–41,0 °С, снижение или отсутствие аппетита, повышенная жажда, иктеричность слизистых оболочек. Только у 5-ти собак из 12-ти (42 %) на 3–4-й день после проявления лихорадки была отмечена гемоглобинурия.

Морфологические показатели крови всех больных собак характеризовались резким снижением количества эритроцитов до $5,07 \pm 0,55 \times 10^{12}/л$, уровня гемоглобина до $94,32 \pm 7,1$ г/л. Биохимические исследования установили повышение активности АЛТ в сыворотке крови больных собак до $328,39 \pm 10,2$ Е/л, увеличение ЩФ до $273,15 \pm 11,3$ Е/л, уровня общего билирубина до $17,6 \pm 0,28$ ммоль/л, уровня мочевины до $145,59 \pm 1,3$ ммоль/л.

Первоначально подтверждали диагноз световой микроскопией мазков крови из периферических сосудов. У всех собак в эритроцитах были обнаружены одноклеточные простейшие рода *Babesia*. Видовую принадлежность возбудителя не уточняли.

После подтверждения диагноза животным подкожно вводили препарат с д. в. имидакарба дипропионат из расчета 6 мг/кг однократно. За 30 минут до введения этиотропного препарата вводили дифенгидрамина гидрохлорида внутримышечно из расчета 1 мг/кг массы тела животного.

В ходе лечения у больных животных уже на вторые сутки с момента начала лечения отмечали снижение температуры тела до 39,0–39,3 °С, однако видимые слизистые оболочки были по-прежнему желтушны, аппетит слабо выражен, однако животные стали проявлять активность.

К 5-му дню состояние животных стабилизировалось. Наблюдалась положительная динамика клинических и биохимических показателей крови. Количество эритроцитов на 5-й день лечения составляло $6,31 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$, гемоглобина — $119,3 \pm 1,5$ г/л.

Динамика биохимических показателей крови по мере лечения больных собак характеризовалась уменьшением уровня АЛТ на 5-й день лечения $141 \pm 2,6$ Е/л, ЩФ — $114,9 \pm 6,5$ Е/л, билирубина — $5,85 \pm 0,1$ ммоль/л.

При микроскопическом исследовании мазков из периферической крови на 10-й день после начала терапии в мазках возбудителей бабезиоза отсутствовали у 10 собак, у двух животных простейшие рода *Babesia* были выявлены.

Состояние собаки, поступившей в ветеринарную клинику после пребывания в Ростовской области, было особенно тяжелым. Из анамнеза следовало, что слабость наступила внезапно, слизистые оболочки стали

анемичные, отмечена анорексия, лихорадка постоянного типа, затрудненное дыхание. Через 10 минут после введения препарата «Пиро-Стоп» было отмечено стремительное ухудшение состояния, проявляющееся брадикардией и апноэ. После проведения сердечно-легочной реанимации и перевода животного на искусственную вентиляцию легких через 4 часа животное было переведено на спонтанное дыхание, но общее состояние оценивалось как тяжелое. В этот период наблюдалась тахикардия и повышение температуры тела.

На основании биохимического анализа крови установлена азотемия, увеличение трансаминаз, гипербилирубинемия.

Осмотром определили среднее состояние тяжести, наличие абдоминальной боли (3 балла по шкале Колорадо), отсутствие аппетита и при попытке принудительного кормления — рвота. Для стабилизации состояния животному применили преднизолон натрия фосфат — 0,5 мг/кг 2 раза в сутки, маропитанта цитрат — 1 мг/кг 2 раза в сутки, ондансетрон (в форме гидрохлорида дигидрата) — 0,5 мг/кг 2 раза в сутки, сукральфат — 250 мг 3 раза в сутки, метамизол натрия моногид-

рат — 20 мг/кг 2 раза в сутки. Улучшение наступило через 4 дня и только после проведения плазмафереза. Наблюдалась положительная динамика общего состояния животного, отсутствие приступов рвоты, ослабление боли.

Методом ПЦР-диагностики у данного животного был выявлен возбудитель бабезиоза и идентифицирован как *B. gibsoni*.

После стабилизации состояния собаке ввели препарат с д. в. диминазена диацетурат и феназона внутримышечно в дозе 0,5 мл на 10 кг массы животного, дробно, в два приема с интервалом 2 часа. За 30 минут до его применения — дифенгидрамина гидрохлорида в вышеуказанной дозе.

Через сутки после введения препарата наблюдали улучшение состояния, проявляющееся в употреблении корма, воды, нормализации функции желудочно-кишечного тракта.

Спустя 10 дней с начала лечения наступило значительное улучшение общего состояния, но результаты клинических и биохимических показателей не входили в рамки референсных значений. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение клинических и биохимических показателей крови собаки, инвазированной *B. gibsoni*, в ходе курса терапии

Биохимические и клинические показатели крови	Референсные значения	12 часов	2-й день	4-й день	10-й день
Мочевина, ммоль/л	3,5–9,2	49	63	47	39
Креатинин, ммоль/л	44–133	267	280	265	165
Фосфор, ммоль/л	0,94–1,71	4,1	1,9	2,0	2,39
АЛТ, МЕ/л	6–79	161	252	141	123
АСТ, МЕ/л	10–43	1016	673	266	138
Билирубин, ммоль/л	0–8	93	248	185	31,5
Гематокрит, %	37–65	37	33	27	24
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	6–17	13,3	36,6	58	57
Палочкоядерные нейтрофилы, $\times 10^9$ /л	0–0,51	2,5	3,2	3,5	1,5

Исследованием крови собаки ПЦР-методом, проведенным через 10 дней после применения препарата с д. в. диминазена диацетурат и феназона, *B. gibsoni* не была обнаружена.

Следует отметить, что еще у одной из собак, привезенной из Симферополя, отмечалась периодическая слабость и бледность слизистых оболочек в течение нескольких месяцев. После применяемых курсов лечения доксициклином в дозе 200 мг 1 раз в день в течение 5 дней у животного наступала ремиссия, которая длилась максимально месяц.

Результаты морфологических исследований крови выявили у животного гиперхромную анемию ($3,05 \times 10^{12}$ /л эритроцитов), нейтрофильный лейкоцитоз ($14,44 \times 10^9$ /л лейкоцитов), тромбоцитопению

($41,30 \times 10^9$ /л тромбоцитов), одновременно наблюдалось повышение СОЭ до 43 мм/час.

При проведении биохимических исследований крови отметили повышение печеночных трансфераз и щелочной фосфатазы.

ПЦР-методом у данного животного подтвержден диагноз бабезиоз, вызванный паразитированием *B. gibsoni*.

Собаке был введен препарат с д. в. диминазена диацетурат и феназона по описанной выше схеме. Были проведены повторные исследования в реакции ПЦР на 14-й день после введения препарата и получен положительный результат. Учитывая длительное рецидивирующее течение болезни было принято решение еще раз применить препарат с д. в. диминазена диацетурат и феназона. Проведенные еще раз через 14 дней иссле-

дования методом ПЦР дали отрицательный результат в отношении *B. gibsoni*.

Анализируя случаи бабезиоза, диагностированные у собак в г. Санкт-Петербурге, следует отметить, что клиническая картина при инвазировании *B. canis* и *B. gibsoni* имеет схожие признаки. Мы наблюдали два случая бабезиоза, вызванного *B. gibsoni*, которые протекали как в острой, так и в достаточно редкой хронической форме.

Кроме того, выявлены 4 случая бабезиоза у собак, не выезжающих за пределы города, что подтверждает полученные ранее данные об инвазировании животных в данном регионе.

Многие исследователи отмечают при бабезиозе увеличение содержания в крови АЛТ, АСТ, креатинина, мочевины, билирубина, ЩФ и уменьшение общего белка [12]. У обследуемых нами собак были получены аналогичные данные. Клиническим анализом установили в крови гиперхромную анемию, нейтрофильный лейкоцитоз, тромбоцитопению, повышение СОЭ.

Решающим в постановке диагноза является обнаружение возбудителя инвазии у животных, которое осуществляется микроскопией мазков крови, окрашенных по Романовскому-Гимзе. О том, что инвазия вызвана паразитированием *B. gibsoni*, можно будет утверждать, только основываясь на результатах диагностики ПЦР-методом, так как клинические признаки варьируются и могут иметь как быстро развивающийся синдром полиорганных расстройств, так и медленно развивающиеся синдромы, характеризующиеся слабостью, бледностью слизистых оболочек.

Лечение собак при бабезиозе за рубежом проводят ацетуратом диминазена (3,5 мг/кг подкожно или внутримышечно) или дипропионатом имидакарба (7,5 мг/кг однократно или 7 мг/кг дважды, с интервалом 14 дней, внутримышечно) [11]. Исследователи отмечают, что введение дипропионата имидакарба сопровождается болью в месте инъекции и холинергическими признаками, в основном слюнотечением, рвотой и диареей. В случае с *B. gibsoni* диминазен ацетурат часто не справляется с элиминированием паразитов. Попытки применения тройных комбинаций в сочетании: доксициклин (5 мг/кг, перорально, дважды в день), клиндамицин (25 мг/кг, перорально, дважды в день), метронидазол (15 мг/кг, перорально, дважды в день); или доксициклин (7–10 мг/кг, перорально, дважды в день), энрофлоксацин (2–2,5 мг/кг, перорально, дважды в день), энрофлоксацин (2–2,5 мг/кг, перорально, дважды в день), метронидазол (5–15 мг/кг, перорально, дважды в день) в сочетании с (6 недель пероральных антибиотиков) и без (12 недель пероральных антибиотиков) диминазена ацетурата не дают желаемого терапевтического эффекта [11].

Российские ученые также отмечают, что применение специфических препаратов, содержащих в качестве действующего вещества имидакарба дипропионат (препарат «Пиро-Стоп») в дозе 6 мг/кг, однократно, подкожно эффективно при бабезиозе собак, вызванном паразитированием *B. canis*, но неэффективно при паразитировании *B. gibsoni* [3, 12].

Таким образом, было установлено, что при бабезиозе собак, обусловленным паразитированием *B. gibsoni*, выраженным терапевтическим действием обладают препараты, содержащие диминазена диацетурат и феназон, в частности, препарат «Неозидин М» в дозе 0,5 мл на 10 кг массы животного, внутримышечно, дробно, в два приема с интервалом 2 часа. В описываемых нами случаях бабезиоза, вызываемого бабезиями *B. gibsoni* диминазена диацетурат был эффективен, в отличие от случаев, описанных ранее [4, 6, 8], что может быть объяснено генетическими различиями местной популяции или штаммов, вызвавших болезнь в наших случаях.

Нередко при тяжелом течении болезни необходима стабилизация состояния животного. Об эффективности плазмафереза при полиорганных интоксикациях при бабезиозе собак сообщают Беломытцева Е.С. и Сафиуллин Р.Т. [5]. При лечении нами собаки положительная динамика общего состояния животного наступила только после проведения плазмафереза.

Заключение. При инвазировании собак *B. canis* и *B. gibsoni* клиническая картина схожа. Течение бабезиоза, обусловленное паразитированием *B. gibsoni*, может быть острым и хроническим. Независимо от региона России в период активности иксодовых клещей в случае лихорадки и быстро развивающихся полиорганных расстройств у собак или рецидивирующих и длительно протекающих анемий неизвестной этиологии необходимо проводить диагностику в ПЦР на ДНК-возбудителей бабезиоза, в том числе и *B. gibsoni*.

Своевременная диагностика в ПЦР позволяет не только правильно установить диагноз «бабезиоз», но и проводить контроль эффективности терапии, поскольку не всегда однократный курс бывает эффективным. При бабезиозе, вызываемом паразитированием *B. canis*, было эффективно применение препаратов, содержащих имидакарба дипропионат, а *B. gibsoni* — диминазена диацетурат.

При полиорганных интоксикациях вследствие бабезиоза собак применение плазмафереза способствовало стабилизации общего состояния животного.

Список литературы / References

1. Белименко В.В., Саруханян А.Р., Заблоский В.Т. Бабезиоз собак (история открытия, патогенез, клинические признаки, современные методы диагностики, терапии и профилактики). *Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные*. 2013;(3):46–48.
Belimenko VV, Sarukhanyan AR, Zablotskiy VT. Babesiosis of Dogs (History of Discovery, Pathogenesis, Clinical Signs, Contemporary Methods of Diagnostics, Therapy and Preventive Maintenance). *Russian Veterinary Journal. Small Domestic and Wild Animals*. 2013;(3):46–48. (In Russ.)
2. Скорнякова О.О. К идентификации возбудителя бабезиоза собак в Кировской области. *Российский паразитологический журнал*. 2021;15(2):24–28. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-24-28>
Skornyakova OO. Identification of the Causative Agent of Canine Babesiosis in the Kirov Region. *Russian Journal of Parasitology*. 2021;15(2):24–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-24-28>
3. Юдахина Е.В., Сулейманова Е.В. Эффективность лечения и профилактики бабезиоза собак. В: *Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы развития ветеринарной медицины и биотехнологии»*. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет; 2023. С. 100–103.
Yudakhina EV, Suleimanova EV. Efficiency of Treatment and Prevention of Canine Babesiosis. In: *Proceedings of the National Scientific and Practical Conference with International Participation “Modern Problems of Development of Veterinary Medicine and Biotechnology”*. Orenburg: Orenburg State Agrarian University; 2023. P. 100–103. (In Russ.)
4. Георгиу Х., Белименко В.В. Современные методы диагностики и терапии бабезиоза собак. *Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные*. 2015;(2):35–37.
Georgiou H, Belimenko VV. Modern Detection Methods and Therapy for Canine Babesiosis. *Russian Veterinary Journal. Small Domestic and Wild Animals*. 2015;(2):35–37. (In Russ.)
5. Беломятцева Е.С., Сафиуллин Р.Т. Эффективность плазмафереза при полиорганных интоксикациях после заражения собак бабезиями. *Ветеринария*. 2020;(7):38–40.
Belomytseva ES, Safiullin RT. Effectiveness of Using Plasmapheresis in Polyorganic Intoxications after Infection of Dogs with Babesia. *Veterinary Medicine*. 2020;(7):38–40. (In Russ.)
6. Карташов С.Н., Ермаков А.М., Ключников А., Бутенков А.И., Карташова Е.В., Аксенова П.В. Расширение ареала *Babesia gibsoni*. Новый этиологический фактор бабезиоза в Ростовской области. *Ветеринарная патология*. 2017;(1(59)):24–27.
Kartashov SN, Ermakov A.M., Klyuchnikov A., Butenkov A.I., Kartashova E.V., Aksenova P.V. Expansion of the *Babesia gibsoni* Area. New Etiological Factor of Babesiosis in the Rostov Region. *Veterinary Pathology*. 2017;(1(59)):24–27. (In Russ.)
7. Baneth G. Antiprotozoal Treatment of Canine Babesiosis. *Veterinary Parasitology*. 2018;254:58–63. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.03.001>
8. Jefferies R, Ryan UM, Jardine J, Broughton DK, Robertson ID, Irwin PJ. Blood, Bull Terriers and Babesiosis: Further Evidence for Direct Transmission of *Babesia gibsoni* in Dogs. *Australian Veterinary Journal*. 2007;85(11):459–463. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2007.00220.x>
9. Казакова О.Д., Белова Л.М. Случаи бабезиоза собак в Ленинградской области В: *Материалы III международного паразитологического симпозиума «Современные проблемы общей и частной паразитологии»*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины; 2019. С. 127–130.
Kazakova OD, Belova LM. Cases of Canine Babesiosis in Leningrad Oblast. In: *Proceedings of the III International Parasitological Symposium “Modern Problems of General and Special Parasitology”*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine; 2019. P. 127–130. (In Russ.)
10. Белименко В.В., Христиановский П.И. Применение полимеразной цепной реакции для выявления носительства *Babesia canis* у собак. В: *Сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Молекулярная диагностика 2017»*. Т. 2. Москва: ООО фирма «Юлис»; 2017. С. 365–366.
Belimenko V.V., Khristianovsky P.I. Application of Polymerase Chain Reaction to Detect Carriage of *Babesia canis* in Dogs. In: *Proceedings of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation “Molecular Diagnostics 2017”*. Vol. 2. Moscow: Firma “Yulis”, LLC; 2017. P. 365–366. (In Russ.)
11. Kelly P, Köster LS., Lobetti RG. Canine Babesiosis: A Perspective on Clinical Complications, Biomarkers, and Treatment. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2015;6:119–128. <http://doi.org/10.2147/VMRR.S60431>
12. Беломятцева Е.С., Сафиуллин Р.Т. Эффективность применения препарата Дипрокарб при бабезиозе плотоядных в Москве и Московском регионе. *Российский паразитологический журнал*. 2017;(2):183–187.
Belomytseva ES, Safiullin RT. The Effectiveness of the Drug Diprocarb for Babesiosis in Carnivores from Moscow and the Moscow Region. *Russian Journal of Parasitology*. 2017;(2):183–187. (In Russ.)

Об авторах:

Лариса Михайловна Белова, доктор биологических наук, заведующий кафедрой паразитологии им. В.Л. Якимова Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины (196084, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5), [SPIN-код](#), [ORCID](#), larissabelova2010@yandex.ru

Надежда Алексеевна Гаврилова, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии им. В.Л. Якимова Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины (196084, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5), [SPIN-код](#), [ORCID](#), nadezhda.gavrilova65@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Л.М. Белова: анализ результатов исследования, доработка текста, корректировка выводов.

Н.А. Гаврилова: научное руководство, формулирование основной концепции, цели и задач исследования, подготовка текста, формулирование выводов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Larisa M. Belova, Dr.Sci (Biology), Head of the Parasitology Department Named after. V.L. Yakimov, Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine (5, Chernigovskaya Str., Saint Petersburg, 196084, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), larissabelova2010@yandex.ru

Nadezhda A. Gavrilova, Dr.Sci (Veterinary Sciences), Professor of the Parasitology Department Named after V.L. Yakimov, Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine (5, Chernigovskaya Str., Saint Petersburg, 196084, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), nadezhda.gavrilova65@mail.ru

Claimed Contributorship:

LM Belova: analysis of the research results, refining the text, correcting the conclusions.

NA Gavrilova: academic supervision, formulating the main concept, aim and objectives of the research, preparing the text, formulating the conclusions.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 25.09.2024

Поступила после рецензирования / Revised 28.10.2024

Принята к публикации / Accepted 31.10.2024

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



УДК 619:616.126.4-07:636.7

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-22-30>

Оригинальное эмпирическое исследование

Коллапс трахеи и хронический бронхит как причина кашля у собак с эндокардиозом

С.Н. Карташов¹ , М.А. Петрова¹, А.И. Бутенков², А.С. Карташова¹¹ Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация² Сеть ветеринарных клиник «Вита» Ростовской области, г. Шахты, Российская Федерация✉ kartashovsn@gmail.com

EDN: QMNZSN

Аннотация

Введение. Хронический кашель у собак мелких пород старше 8–10 лет представляет собой сложную диагностическую и терапевтическую проблему. У таких собак часто диагностируют шумы в сердце, связанные с дегенерацией митрального клапана (эндокардиоз), и многие из них также страдают от заболеваний дыхательных путей. Таким образом, кашель может быть результатом одного из нескольких различных патофизиологических механизмов. Вместе с тем в доступной литературе нет данных о распространении воспалительных процессов в дыхательных путях у собак с коллапсом трахеи и эндокардиозом. Цель данного исследования — выяснить наличие или отсутствие инфекций, или воспалений дыхательных путей у собак с коллапсом трахеи и компенсированным эндокардиозом.

Материалы и методы. Для исследования отбирались собаки с бессимптомным течением эндокардиоза, хроническим кашлем, коллапсом трахеи средней тяжести и умеренным застоем в малом круге кровообращения. Всего этим критериям удовлетворяло 27 собак мелких пород. Всем собакам был проведен общий анализ крови, биохимический профиль сыворотки, анализ мочи, рентгенограммы шеи и грудной клетки в трех проекциях. Критериями исключения собак из исследования было обнаружение декомпенсированных заболеваний сердца, новообразований или системных заболеваний, а также выявление на рентгене любых паттернов, кроме усиления бронхиального рисунка и коллапса трахеи. При отсутствии противопоказаний к анестезии для дальнейшей оценки степени коллапса трахеи проводилась бронхоскопия и отбирался бронхоальвеолярный лаваж под анестезией. Пробу, полученную с помощью БАЛ, исследовали цитологически и бактериологически. Коллапс трахеи и всех видимых бронхов субъективно оценивался как отсутствующий, легкий, умеренный или тяжелый. Степень коллапса трахеи определялась в соответствии с заранее определенной схемой, основанной на процентном уменьшении диаметра просвета трахеи или бронха в самом узком месте от 50 до 30 % от ее предполагаемого округлого диаметра.

Результаты исследования и их обсуждение. Хотя у большинства собак было нейтрофильное воспаление, также присутствовало смешанное и лимфоцитарное воспаление. При цитологическом исследовании БАЛ у 13 собак (48 %) преимущественными клетками были недегенерированные нейтрофилы; у 4-х собак — макрофаги (15 %); у 3-х животных — лимфоциты (11 %), что соответствовало нейтрофильному, макрофагальному и лимфоцитарному воспалению, соответственно. У 3-х собак с нейтрофильным воспалением отмечалось наличие дегенеративных изменений нейтрофилов и фагоцитированные бактерии, при посевах на питательные среды у 2-х собак была выделена *Escherichia coli*, у одной — *Klebsiella pneumoniae*. У 7 собак (26 %) отмечалось асептическое смешанное воспаление.

Заключение. Асептическое воспаление дыхательных путей было обычным явлением в группе собак с субклиническим эндокардиозом и коллапсом трахеи средней тяжести. Остается неясной основная причина кашля — коллапс верхних дыхательных путей или постоянно присутствующее асептическое воспаление? Необходимы дальнейшие исследования, наблюдение и контроль воспалительного процесса у собак с эндокардиозом.

Ключевые слова: кашель собак, коллапс трахеи у собак, хронический кашель у собак, хронический бронхит у собак

Для цитирования. Карташов С.Н., Петрова М.А., Бутенков А.И., Карташова А.С. Коллапс трахеи и хронический бронхит как причина кашля у собак с эндокардиозом. *Ветеринарная патология*. 2024;24(4):22–30. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-22-30>

Original Empirical Research

Tracheal Collapse and Chronic Bronchitis as a Cause of Coughing in Dogs with Endocardiosis

Sergey N. Kartashov¹ , Marina A. Petrova¹, Alexander I. Butenkov², Alexandra S. Kartashova¹

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

²Network of Rostov Region Veterinary Clinics “Vita”, Shakhty, Russian Federation

 kartashovsn@gmail.com

Abstract

Introduction. Chronic coughing in dogs of small breeds older than 8–10 years is a complex diagnostic and therapeutic problem. These dogs are often diagnosed with heart murmurs caused by mitral valve degeneration (endocardiosis), and many of them also suffer from respiratory tract diseases. Thus, cough may be the result of one of the several different pathophysiological mechanisms. However, the available literature does not provide data on the incidence of inflammation processes in respiratory tract of dogs with tracheal collapse and endocardiosis. The aim of this research is to determine the presence or absence of respiratory tract infections or inflammations in dogs with tracheal collapse and compensated endocardiosis.

Materials and Methods. Dogs with asymptomatic endocardiosis, chronic cough, moderate tracheal collapse and moderate congestion in pulmonary circulation were selected for the study. A total of 27 dogs of small breeds met these criteria. All dogs underwent a complete blood count, serum biochemistry profile test, urine analysis, radiography of the neck and chest in three projections. The criteria for excluding dogs from the study were detection of decompensated heart diseases, neoplasms or systemic diseases, as well as X-ray detection of any patterns other than bronchial pattern and that indicating the tracheal collapse. In the absence of contraindications to anaesthesia, bronchoscopy and bronchoalveolar lavage (BAL) were performed under anaesthesia for further assessment of tracheal collapse degree. The sample obtained with BAL underwent cytological and bacteriological examination. The collapse of trachea and of all visible bronchi was assessed in a subjective way as absent, mild, moderate or severe. The degree of tracheal collapse was determined in accordance with a pre-specified scheme based on the percentage of the tracheal or bronchial lumen diameter reduction at its narrowest point from 50% to 30% of its estimated diameter.

Results. Along with the neutrophilic inflammation present in most dogs, mixed and lymphocytic inflammations were also diagnosed. The cytological analysis of BAL fluid revealed that non-degenerate neutrophils were the predominant cells in 13 dogs (48%); macrophages (15%) were the predominant cells in 4 dogs; and lymphocytes (11%) were the predominant cells in 3 dogs, corresponding to neutrophilic, macrophage and lymphocytic inflammations, respectively. In three dogs with neutrophilic inflammation, the degenerative changes in neutrophils and phagocytic bacteria were observed, and inoculation to medium resulted in isolation of *Escherichia coli* in 2 dogs and *Klebsiella pneumoniae* in 1 dog. Aseptic mixed inflammation was observed in 7 dogs (26%).

Discussion and Conclusion: Aseptic inflammation of the respiratory tract was common in a group of dogs with subclinical endocardiosis and moderate tracheal collapse. The main cause of coughing remains unclear, whether it is caused by the collapse of the upper respiratory tract or persistent aseptic inflammation? Further research, observation and control over inflammation in dogs with endocardiosis are needed.

Keywords: dog's cough, tracheal collapse in dogs, chronic coughing in dogs, canine chronic bronchitis.

For Citation. Kartashov SN, Petrova MA, Butenkov AI, Kartashova AS. Tracheal Collapse and Chronic Bronchitis as a Cause of Coughing in Dogs with Endocardiosis. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;24(4):22–30. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-22-30>

Введение. Хронический кашель у собак мелких пород старше 8–10 лет представляет собой сложную диагностическую и терапевтическую проблему: поскольку у таких собак часто диагностируют шумы в сердце, связанные с дегенерацией митрального клапана (эндокардиоз), и заболевания дыхательных путей [1–3], кашель может быть результатом одного из

нескольких различных патофизиологических механизмов — коллапса дыхательных путей, хронического бронхита, компрессии трахеи и бронхов увеличенными отделами сердца, отека легких из-за левожелудочковой недостаточности. Потеря опорных функций хрящами, составляющими остоу трахеи и главных бронхов, часто приводит к коллапсу трахеи. Нередко

наблюдается разрушение эластичных волокон в дорсальной мембране трахеи, что лишь усугубляет это состояние. Диагноз ставится путем визуального выявления уменьшения диаметра просвета трахеи за счет ее коллапса во время вдоха в шейном отделе и выдоха в грудном отделе от 50 % ее диаметра до смыкания ее противоположных стенок. Этиология коллапса трахеи и бронхов у собак неизвестна, но это может быть врожденное заболевание, вызывающее первичное размягчение хряща, или приобретенный синдром, вторичный по отношению к хроническому воспалению. Поскольку в опубликованной литературе нет данных о распространении воспалительных процессов в дыхательных путях у собак с коллапсом трахеи и эндокардиозом, целью данного исследования было выявить наличие или отсутствие инфекций или воспалений дыхательных путей у собак с коллапсом трахеи и компенсированным эндокардиозом.

Материалы и методы. Для исследования отбирались собаки с бессимптомным течением эндокардиоза, хроническим кашлем продолжительностью более трех месяцев, коллапсом трахеи средней тяжести, умеренным застоем в малом круге кровообращения (т. е. умеренно увеличенным левым предсердием) вследствие эндокардиоза. Всего этим критериям удовлетворяло 27 собак мелких пород, обследованных в ветеринарных клиниках при Донском государственном техническом университете (ДГТУ, г. Ростов-на-Дону) в период с 2020 г. по февраль 2023 г. Всех отобранных животных относили к группе B2 по классификации ACVIM (American College of Veterinary Internal Medicine), т. е. животных с эндокардиозом без клинических признаков заболевания [4]. Критериями исключения собак из исследования было обнаружение декомпенсированных заболеваний сердца, новообразований или системных заболеваний, а также выявление на рентгене любых паттернов кроме усиления бронхиального рисунка и коллапса трахеи.

Всем отобранным собакам был проведен общий анализ крови на автоматическом гематологическом анализаторе Idexx ProCyte Dx (IDEXX Laboratories, Inc., США), биохимический профиль сыворотки выполнили на автоматическом биохимическом анализаторе Idexx Catalyst One (IDEXX Laboratories, Inc., США), анализ мочи выполнили с помощью тест-полосок уриполиан-11а, рентгенограммы шеи и грудной клетки в трех проекциях выполнили с помощью ветеринарной рентгенографической цифровой DR-системы Maxivet 400 (COMES ELECTRO SRL, Италия). Коллапс трахеи и всех видимых бронхов субъективно оценивался как отсутствующий, легкий, умеренный или тяжелый.

Бронхоскопия с отбором бронхоальвеолярного лаважа (БАЛ) под анестезией проводилась всем собакам, включенным в исследование, для диагностики наличия и тяжести коллапса дыхательных путей, а также для

определения наличия или отсутствия инфекции или воспаления. Пробу, полученную с помощью БАЛ, квартовали, первую часть пробы исследовали цитологически, вторую — бактериологически. Согласно большинству авторов, общее количество ядросодержащих клеток в норме не должно превышать 400 клеток/мкл. Любой воспалительный процесс, выявленный при анализе жидкости БАЛ, классифицировали на нейтрофильный, эозинофильный, лимфоцитарный, макрофагальный или смешанный. Нейтрофильное, эозинофильное или лимфоцитарное воспаление диагностировали по относительному количеству клеток, превышающему или равному 12, 14 или 16 % соответственно, при увеличении общей клеточности БАЛ выше 500 клеток/мкл [1, 2, 4]. Некоторые авторы показывают несколько иные, хотя и очень похожие цифры: среднее относительное количество неактивированных альвеолярных макрофагов 77–81 %, лимфоцитов — не более 12 %, нейтрофилов — не более 5 %, эозинофилов — не более 4 %, соответственно [3]. Макрофагальное воспаление идентифицировали субъективно по наличию повышенной доли активированных макрофагов или увеличению их абсолютного количества. Термин «смешанное воспаление» использовался для описания присутствия активированных макрофагов в комбинации с одним или несколькими ранее перечисленными классами воспалений [1, 3].

Бронхоскопия выполнена видеобронхоскопом Karl Storz (KARL STORZ, Германия), рабочий канал 2,3 мм, направление взгляда 0°, апертурный угол 120°, отклонение вверх/вниз 180°/100°, глубина резкости 3–50 мм, рабочая длина 61 см, наружный диаметр 6,2 мм. Индукцию анестезии проводили с помощью последовательного введения болюсов пропофола 2–3 мг/кг, диазепама 0,2 мг/кг, фентанила 2 мкг/кг и кетамина 0,5 мг/кг до полной потери сознания; после интубации поддерживающую анестезию проводили изофлураном. На протяжении всей процедуры постоянно контролировались ЭКГ, артериальное давление и пульсоксиметрия с помощью монитора Mindray uMEC12 Vet Premium (Shenzhen Mindray Animal Medical Technologies Co., Ltd., КНР).

У каждой собаки степень коллапса трахеи определялась в соответствии с заранее определенной схемой, основанной на процентном уменьшении диаметра просвета трахеи или бронха в самом узком месте от 50 до 30 % от ее предполагаемого округлого диаметра.

Результаты исследования и их обсуждение. В группу собак с сухим, резким или гудящим кашлем продолжительностью более трех месяцев вошли следующие породы: чихуахуа (4), йоркширский терьер (8), мопс (3), мальтийская болонка (1), миниатюрный пудель (3), померанский шпиц (6), помеси мелких пород (2). Возраст варьировался от 5 до 14 лет, в среднем 11,5 лет. У всех собак наблюдался левый апикулярный систолический шум от II до IV/VI межреберьях (таблица 1).

Таблица 1

Породный состав, возраст и вес собак с хроническим кашлем и коллапсом верхних дыхательных путей

Порода	Возраст	Вес	Пол	Кол-во
Метис	6–9 лет	3,5–5,4 кг	1 кобель, 1 сука	2
Мопс	7–12 лет	7,6–15,2 кг	1 кобель, 2 суки	3
Чихуахуа	8–13 лет	3,9–6,1 кг	2 кобеля, 2 суки	4
Йоркширский терьер	7–12 лет	2,1–6,8 кг	4 кобеля, 4 суки	8
Померанский шпиц	3–10 лет	3,3–8,1 кг	2 кобеля, 4 суки	6
Миниатюрный пудель	6–8 лет	3,3–3,5 кг	1 кобель, 2 суки	3
Мальтийская болонка	9 лет	4,3 кг	1 кобель	1

Рентгенография (рис. 1, 2) подтвердила коллапс трахеи (шейный или грудной отдел) или нижних дыхательных путей в определенном месте у всех обследованных собак, однако степень тяжести коллапса определить не удалось — место коллапса на рентгенограмме плохо коррелировало с коллапсом, выявленным при бронхоскопии. Также рентгенограмма

показала признаки бронхиального паттерна только у 25 % собак с выявленным при бронхоскопии воспалением. Это согласуется с данными предыдущих исследований, в которых упоминалась низкая чувствительность рентгенографии для выявления хронического бронхита у собак [5].



Рис. 1. Рентгенограмма собаки (йоркширский терьер, кобель, 10 лет, правая латеральная проекция), выполненная на выдохе, с признаками внутригрудного коллапса трахеи, усилением бронхиального рисунка



Рис. 2. Рентгенограмма собаки (чихуахуа, сука, 8 лет, правая латеральная проекция) с признаками коллапса трахеи шейной и грудной части

Коллапс шейного и грудного отделов трахеи средней тяжести был выявлен во время бронхоскопии (рис. 3, 4). Чаще всего поражались дорсальный и вентральный сегменты левого краниального долевого бронха, за ними следовали левый каудальный и правый средний бронхи. У всех собак при

бронхоскопии наблюдались грубые признаки воспаления дыхательных путей с гиперемией и скоплением слизи разной степени тяжести.

Цитология БАЛ во всех случаях показала высокую клеточность — более 550 клеток/мкл, что само по себе указывало на воспалительный процесс (таблица 2).

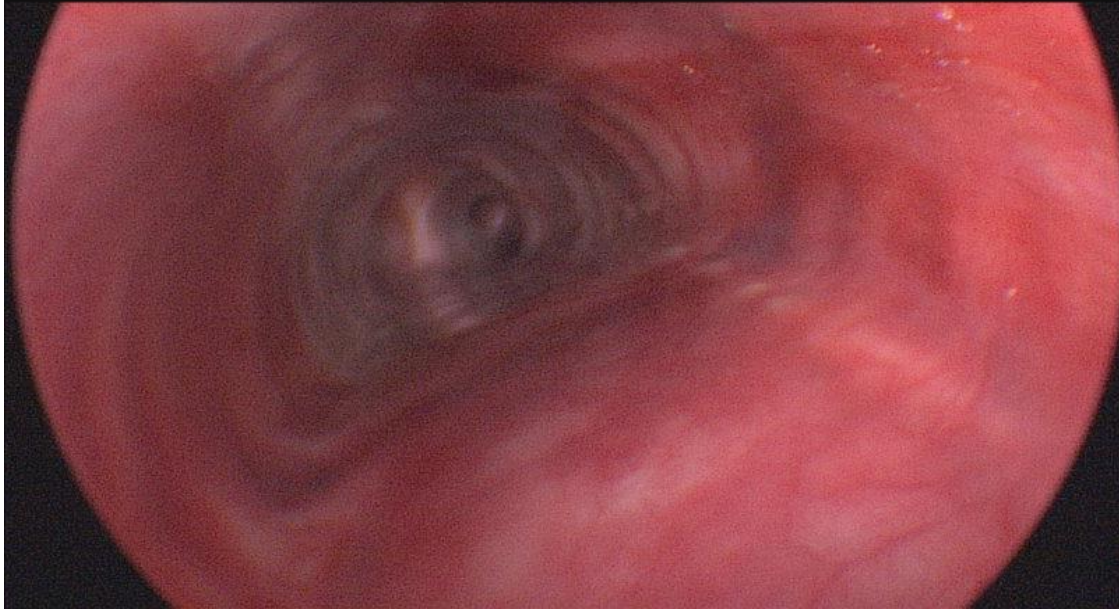


Рис. 3. Бронхоскопия (французский бульдог, сука, 7 лет) с признаками выраженного воспаления в трахее: гиперемия, отек слизистой оболочки



Рис. 4. Бронхоскопия (померанский шпиц, сука, 7 лет) с признаками коллапса трахеи и воспалительным процессом

Таблица 2

Результаты цитологического анализа бронхоальвеолярного лаважа

Цитология БАЛ	Кол-во собак	Кол-во клеток/мкл	Тип клеток, %	Вид воспаления
Нейтрофилы	13	1550–3020	28–75	Нейтрофильное
Макрофаги	4	550–1580	25–52	Макрофагальное
Лимфоциты	3	580–1250	13–54	Лимфоцитарное
Эозинофилы	1	755	12–24	Эозинофильное
Смешанные	6	620–2850	–	Смешанное
Проба на аэробные бактерии, +	3	Возбудитель		Нейтрофильное
		<i>Escherichia coli</i>	2	
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	

Чаще всего отмечалось нейтрофильное, затем смешанное, макрофагальное и лимфоцитарное воспаление, лишь у одной собаки было выявлено эозинофильное воспаление (рис. 5–8). Личинки и яйца паразитов ни в одном из исследованных образцов не были обнаружены. У 3-х из 27 собак наблюдался небольшой рост бактерий в жидкости БАЛ дыхательных путей при отсутствии внутриклеточных бактерий при цитологическом исследовании, что указывает на колонизацию или контаминацию дыхательных путей.

Хотя у большинства собак было нейтрофильное воспаление (рис. 7), также присутствовало смешанное и лимфоцитарное воспаление. При цитологическом исследовании БАЛ у 13 собак (48 %) преимущественными клетками были недегенерированные нейтрофилы, у 4-х собак — макрофаги (15 %, рис. 8), у 3-х — лимфоциты (11 %), что соответствовало нейтрофильному, макрофагальному и лимфоцитарному воспалению соответственно.

У 3-х собак с нейтрофильным воспалением отмечалось наличие дегенеративных изменений нейтрофилов и

фагоцитированные бактерии, при посевах на питательные среды у 2-х собак была выделена *E. coli*, у одной — *Klebsiella pneumoniae*. У 7 собак (26 %) отмечалось асептическое смешанное воспаление.

Что является непосредственной причиной кашля — коллапс дыхательных путей или воспаление дыхательных путей — пока не ясно, однако есть данные, что механическая травма, связанная с кашлем, может вызвать нейтрофильное или лимфоцитарное воспаление.

Бронхомаляция определяется как размягчение стенок бронхов, приводящее к коллапсу, что может быть вызвано врожденной патологией хряща, внешней компрессией или хроническим воспалением [3, 6–10]. Приобретенная трахеобронхомаляция может развиваться в сочетании с хроническим кашлем, вызванным хроническим бронхитом [2]. Для изучения последовательности событий необходимы дополнительные исследования. Эффективное лечение собак с коллапсом дыхательных путей не разработано, терапия, как правило, направлена на симптоматический контроль кашля [4].

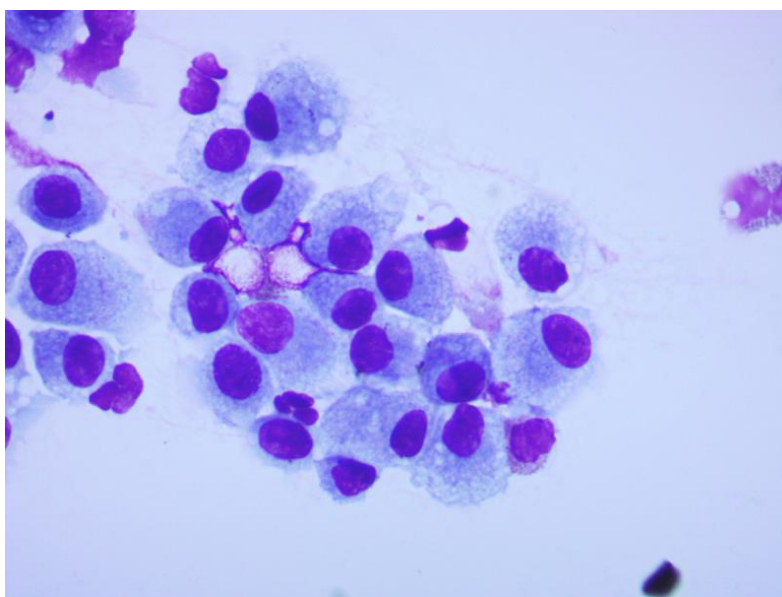


Рис. 5. БАЛ здоровой собаки: представлены в основном альвеолярные неактивированные макрофаги, отсутствует слизь (гематоскилин-эозин, ×1000)

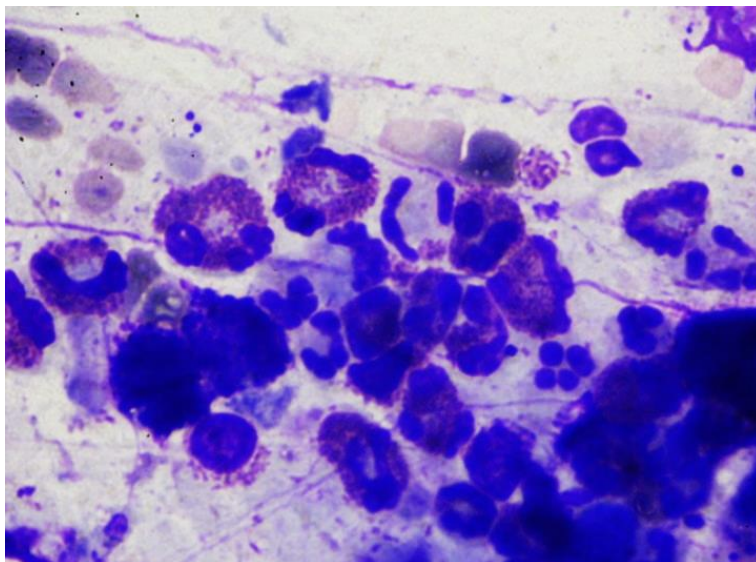


Рис. 6. БАЛ собаки с эозинофильным воспалением (гематоскилин-эозин, $\times 1000$)

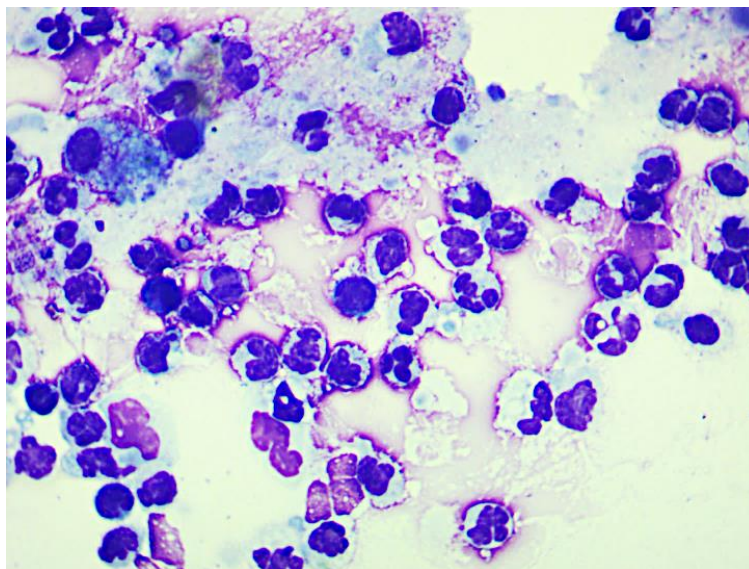


Рис. 7. БАЛ собаки с хроническим кашлем и нейтрофильным асептическим воспалением (гематоскилин-эозин, $\times 1000$)

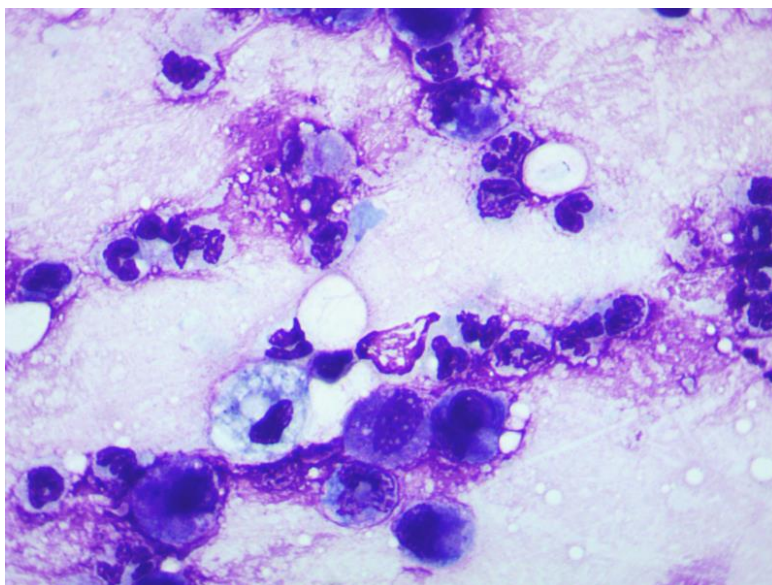


Рис. 8. БАЛ собаки с хроническим кашлем и макрофагально-нейтрофильным асептическим воспалением (гематоскилин-эозин, $\times 1000$)

Собак мелких пород с эндокардиозом, большим левым предсердием и хроническим кашлем, не связанным с сердечной недостаточностью, обычно лечат наркотическими средствами для подавления кашля. Однако подавление кашля не является методом выбора при наличии активного воспаления дыхательных путей, кроме того, у собак постепенно развивается толерантность к этим препаратам [3]. Важной особенностью, установленной в данном исследовании, является наличие воспаления дыхательных путей у всех собак с коллапсом дыхательных путей, независимо от наличия или отсутствия увеличения левого предсердия.

Наши данные позволяют предположить, что использование противовоспалительных препаратов может быть необходимым условием контроля кашля для собак с коллапсом верхних дыхательных путей. Бактериальная инфекция, характеризующаяся септическим гнойным воспалением, была обнаружена только у 3-х из 27 собак. Эти данные позволяют предположить, что

антибиотикотерапия редко показана собакам с коллапсом дыхательных путей.

Заключение. Исследование показало, что в группе собак с субклиническим эндокардиозом и коллапсом трахеи средней тяжести всегда обнаруживалось асептическое воспаление. Вопрос, что является в большей степени причиной кашля — коллапс верхних дыхательных путей или постоянно присутствующее асептическое воспаление, — остается открытым. Вместе с тем очевидно, что необходим контроль воспалительного процесса у больных животных. Опубликованные данные подтверждают облегчение кашля у собак с коллапсом дыхательных путей при назначении противовоспалительной терапии кортикостероидами. Рентгенография является диагностически точным инструментом для выявления коллапса трахеи, но недостаточным для выявления воспалительных явлений в верхних дыхательных путях. Бронхоскопия показала себя как эффективный метод диагностики как коллапса, так и воспаления дыхательных путей.

Список литературы / References

1. Hawkins EC, DeNicola DB, Plier ML. Cytological Analysis of Bronchoalveolar Lavage Fluid in the Diagnosis of Spontaneous Respiratory Tract Disease in Dogs: A Retrospective Study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 1995;9(6):386–392. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1995.tb03298.x>
2. Mazzone SB, Farrell MJ. Heterogeneity of Cough Neurobiology: Clinical Implications. *Pulmonary Pharmacology and Therapeutics*. 2019;55:62–66. <https://doi.org/10.1016/j.pupt.2019.02.002>
3. Rozanski E. Canine Chronic Bronchitis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2014;44:107–116. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.09.005>
4. Ferasin L, Linney C. Coughing in Dogs: What is the Evidence for and against A Cardiac Cough? *Journal of Small Animal Practice*. 2019;60(3):139–145. <https://doi.org/10.1111/jsap.12976>
5. Oh D, Lee S, Kim S, Choen S, Choi M, Yoon J. Computed Tomographic Bronchial Collapsibility Values over 50% May Be Detected in Healthy Dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 2019;60(1):28–37. <https://doi.org/10.1111/vru.12692>
6. Maggiore AD. An Update on Tracheal and Airway Collapse in Dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2020;50(2):419–430. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.11.003>
7. Rebar AH, Denicola DB, Muggenburg BA. Bronchopulmonary Lavage Cytology in the Dog: Normal Findings. *Veterinary Pathology*. 1980;17(3):294–304. <https://doi.org/10.1177/030098588001700303>
8. Singh MK, Johnson LR, Kittleson MD, Pollard RE. Bronchomalacia in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Degeneration. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2012;26(2):312–319. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00887.x>
9. Dengate A, Culvenor JA, Graham K, Braddock JA, Churcher RK. Bronchial Stent Placement in a Dog with Bronchomalacia and Left Atrial Enlargement. *Journal of Small Animal Practice*. 2014;55(4):225–228. <https://doi.org/10.1111/jsap.12183>
10. Uehara T, Orito K, Fujii Y. CT-Based Anatomical Features of Large Airway and Heart Volume in Dogs of Different Body Size. *Veterinary Journal*. 2019;246:21–26. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.01.014>

Об авторах:

Сергей Николаевич Карташов, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), kartashovsn@gmail.com

Марина Алексеевна Петрова, аспирант кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [SPIN-код](#), petrovam@gmail.com

Александр Иванович Бутенков, доктор ветеринарных наук, директор сети ветеринарных клиник «Вита» Ростовской области (346500, Российская Федерация, г. Шахты, проспект Победы Революции, д. 115г), [SPIN-код, butencov@gmail.com](#)

Александра Сергеевна Карташова, студент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [kartashova40@gmail.com](#)

Заявленный вклад авторов:

С.Н. Карташов: сбор данных от животных, обработка полученных результатов, проведение эхокардиографический и электрокардиографических исследований.

М.А. Петрова: подготовка обзора современных исследований, проведение рентгенологических исследований, эндоскопических исследований.

А.И. Бутенков: проведение клинических исследований крови, подготовка соответствующего фрагмента текста.

А.С. Карташова: сбор данных, написание обзора литературы, проведение цитологических исследований.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Sergey N. Kartashov, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [kartashovsn@gmail.com](#)

Marina A. Petrova, PhD Student of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-code](#), [petrovam@gmail.com](#)

Alexander I. Butenkov, Dr.Sci. (Veterinary), Director of the Network of Rostov Region Veterinary Clinics “Vita” (115g, Pobeda Revolyutsii Ave., Shakhty, 346500, Russian Federation), [SPIN-code](#), [butencov@gmail.com](#)

Alexandra S. Kartashova, Student of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [kartashova40@gmail.com](#)

Claimed Contributorship:

SN Kartashov: animals’ data collection, processing the results obtained, conducting the echocardiographic and electrocardiographic examinations.

MA Petrova: preparing the overview of modern research, conducting the X-ray and endoscopic examinations.

AI Butenkov: conducting the clinical blood tests, preparing the relevant text fragment.

AS Kartashova: data collection, writing the overview of literature, conducting the cytology tests.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 05.08.2024

Поступила после рецензирования / Revised 06.09.2024

Принята к публикации / Accepted 11.09.2024

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



Оригинальное эмпирическое исследование

УДК 619:616.126.4-07:636.7

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-31-36>

Эффективность и безопасность ингаляционного введения кортикостероидов при контроле хронического кашля у собак с эндокардиозом и застойной сердечной недостаточностью

С.Н. Карташов^{ID}, М.А. Петрова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ kartashovsn@gmail.com

EDN: MOAAXA

Аннотация

Введение. Основной причиной хронического кашля у собак с эндокардиозом является одновременно возникающие хронический бронхит и коллапс дыхательных путей. Пероральный прием топических кортикостероидов быстро улучшает клиническое состояние животных, однако прекращение их применения приводит к возобновлению нежелательных признаков. По мнению авторов, стоит рассмотреть ингаляционное введение кортикостероидов, которое, в отличие от перорального, напрямую доставляет препарат в дыхательные пути, уменьшая количество системных побочных эффектов. Цель данного исследования — выявить эффективность и безопасность ингаляционного введения топических кортикостероидов для контроля хронического кашля у собак с эндокардиозом и застойной сердечной недостаточностью.

Материалы и методы. Всего в исследование было включено 19 собак мелких пород с эндокардиозом, застойной сердечной недостаточностью (ЗСН) и хроническим кашлем продолжительностью более трех месяцев в анамнезе. Возраст животных варьировался от 7 до 15 лет, средний возраст — 12,3 года. Всем собакам был проведен общий анализ крови, биохимический профиль сыворотки, анализ мочи, рентгенограммы шеи и грудной клетки в трех проекциях, эхокардиограмма. Собак исключали из исследования, если были обнаружены системные заболевания. Всем собакам были назначены ингаляции флутиказона: по 1 ингаляции 2 раза в день по 6–8 вдохов через спейсер типа AeroDawg. Каждые 7 дней в течение 35 дней владельцы заполняли опросник по характеристикам кашля. Для выявления отека легких и жидкости в грудной клетке каждые 7 дней животным проводили клиническое обследование, с аускультацией и ультразвуковым исследованием грудной клетки. С целью раннего выявления декомпенсации ЗСН эхокардиографически оценивались: соотношение левого предсердия/аорты; внутренний диаметр левого желудочка в диастолу; фракция выброса и сокращения левого желудочка.

Результаты исследования и их обсуждение. Ингаляционное применение флутиказона улучшило качество жизни собак — положительный эффект отмечался уже со второй недели лечения животных, а к 21-му дню отмечалась стабилизация состояния пациентов. Общая оценка кашля, а также индивидуальная частота, продолжительность и тяжесть кашля снизились до минимальных значений. Терапия флутиказоном доказала также свою безопасность, так как в течение 35 дней не привела к выявлению снижения систолической функции левого желудочка или усилению застойных явлений в легких и признаков отека легких.

Заключение. Результаты исследования показали эффективность и безопасность ингаляций флутиказоном для контроля кашля у собак с эндокардиозом и застойной сердечной недостаточностью. Однако поскольку терапия флутиказоном оценивалась только в течение 35 дней, необходимы дальнейшие исследования с более длительным периодом наблюдения, чтобы исключить возможность осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: кашель собак, коллапс трахеи у собак, хронический кашель у собак, хронических бронхит у собак, эндокардиоз, застойная сердечная недостаточность, флутиказон

Для цитирования. Карташов С.Н., Петрова М.А. Эффективность и безопасность ингаляционного введения кортикостероидов при контроле хронического кашля у собак с эндокардиозом и застойной сердечной недостаточностью. *Ветеринарная патология*. 2024;24(4):31–36. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-31-36>

Original Empirical Research

Efficacy and Safety of Inhaled Administration of Corticosteroids in the Frame of Controlling Chronic Coughing in Dogs with Endocardiosis and Congestive Heart Failure

Sergey N. Kartashov , Marina A. Petrova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ kartashovsn@gmail.com

Abstract

Introduction. The main cause of chronic coughing in dogs with endocardiosis is the simultaneous occurrence of chronic bronchitis and airway collapse. Oral administration of topical corticosteroids quickly improves the clinical signs in animals, but after their administration is stopped, the undesirable signs resume. The authors deem it necessary to study the inhaled administration of corticosteroids, which, in contrast to oral administration, delivers the drug directly to the airways reducing the number of systemic side effects. The aim of the present research is to determine the efficacy and safety of inhaled administration of topical corticosteroids in the frame of controlling chronic coughing in dogs with endocardiosis and congestive heart failure.

Materials and Methods. In total, 19 dogs of small breeds with endocardiosis, congestive heart failure (CHF) and a history of chronic coughing during more than three months were included in the research. The age of the animals ranged from 7 to 15 years, an average age was 12.3 years. All dogs underwent a complete blood count, serum biochemistry profile test, urinalysis, radiography of the neck and chest in three projections, and an echocardiography. Dogs with detected systemic diseases were excluded from the research. All dogs were prescribed fluticasone inhalations: one inhalation of 6–8 inhales 2 times a day using an AeroDawg-type inhaler spacer. Every 7 days during 35 days, the owners were completing a questionnaire on cough characteristics. Clinical examination of animals was carried out every 7 days including auscultation and ultrasound examination of the chest to detect the pulmonary edema and fluid in the chest. For early detection of CHF decompensation, the following indices were assessed by means of echocardiography: left atrium-to-aorta ratio; left ventricular internal diastolic diameter; ejection fraction of the left ventricle and left ventricular contraction.

Results. Inhaled administration of fluticasone has improved the quality of life of dogs — a positive effect has been noticed in animals already from the second week of treatment, and by the 21st day the stabilization of the patients' condition has been recorded. Coughing in general, as well as individual frequency, duration and severity of cough have decreased to minimum. Also, treatment with fluticasone has proved its safety, because within 35 days neither left ventricular systolic function impairment nor lung congestion increase, nor signs of pulmonary edema have been detected.

Discussion and Conclusion. The research results have proved the efficacy and safety of inhaled fluticasone in the frame of controlling coughing in dogs with endocardiosis and congestive heart failure. However, since treatment with fluticasone was evaluated only for 35 days, further studies with a longer observation period are necessary to exclude the possibility of cardiovascular complications.

Keywords: dog's cough, canine tracheal collapse, chronic coughing in dogs, chronic bronchitis in dogs, endocardiosis, congestive heart failure, fluticasone

For Citation. Kartashov SN, Petrova MA. Efficacy and Safety of Inhaled Administration of Corticosteroids in the Frame of Controlling Chronic Coughing in Dogs with Endocardiosis and Congestive Heart Failure. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;24(4):31–36. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-31-36>

Введение. У собак с эндокардиозом часто возникает кашель, плохо поддающийся лечению. Ранние исследования показали, что на фоне эндокардиоза с увеличением камер сердца основной причиной кашля является не увеличение левого предсердия со сдавливанием главного левого бронха, а одновременно возникающие хронический бронхит (ХБ) и коллапс дыхательных путей (КДП) [1, 2]. Такое сочетание нозологических единиц, вызывающее постоянную диагностиче-

скую путаницу, связано с тем, что именно мелкие породы собак предрасположены одновременно и к эндокардиозу, и к КДП [3–5]. На фоне коллапса дыхательных путей у этих животных часто возникает ХБ [5, 6]. По мере снижения систолической функции левого желудочка возможна дополнительная компрессия продолжающимся увеличиваться левым предсердием левого бронха, вероятен отек дыхательных путей вследствие застойной сердечной недостаточности (ЗСН) [1, 3].

Возникает сложная клиническая проблема — плохо контролируемый кашель, сильно снижающий качество жизни животного [3]. Прогрессирующие воспалительные и механические поражения нижних дыхательных путей делают кашель особенно устойчивым к терапии. Наличие одновременного поражения сердца и верхних дыхательных путей всегда приводит к усложнению терапии пациентов.

Среди множества предложенных методов кортикостероиды считаются основой лечения хронического бронхита на фоне КДП [7–9]. При этом вылечить животное, как правило, невозможно, то есть целью медикаментозной терапии является снижение тяжести кашля, улучшение качества жизни как собак, так и владельцев, а также ограничение прогрессирования повреждения дыхательных путей. Пероральный прием кортикостероидов быстро улучшает клиническое состояние собак, однако прекращение применения препаратов часто приводит к возобновлению кашля. Другими словами, требуется длительное пероральное введение системных кортикостероидов, что чревато множеством побочных эффектов: задержке жидкости, полидипсии и полиурии, полифагии, увеличению веса, мышечной атрофии, летаргии. Эти и другие побочные эффекты могут осложнить течение эндокардиоза и быстро привести к декомпенсации ЗСН, поэтому пероральное введение кортикостероидов противопоказано собакам с сердечно-сосудистыми заболеваниями [8, 9].

В отличие от перорального введения кортикостероидов, ингаляционное введение позволяет напрямую доставлять препарат в дыхательные пути, что приводит к меньшему количеству системных побочных эффектов и минимальному подавлению функции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси [7]. Таким образом, ингаляции кортикостероидами могут быть жизнеспособной альтернативой их пероральному использованию, особенно у собак, страдающих эндокардиозом. На сегодняшний день в научной литературе недостаточно данных по ингаляционному введению топических кортикостероидов при лечении хронического кашля у собак, больных эндокардиозом, их эффективности и безопасности, особенно для животных с уже имеющейся ЗСН. *Цель данного исследования* — оценить эффективность ингаляционного введения кортикостероида флутиказона при контроле хронического кашля у собак с эндокардиозом и застойной сердечной недостаточностью, выяснить его безопасность для пациентов этой группы.

Материалы и методы. Для исследования было отобрано 19 собак мелких пород с эндокардиозом и хроническим кашлем продолжительностью более трех месяцев в анамнезе, обследованных в ветеринарных клиниках при Донском государственном техническом университете (ДГТУ, г. Ростов-на-Дону)

в период с 2020 г. по февраль 2023 г. Животных вводили в эксперимент по мере поступления в ветеринарные клиники и выводили через 35 дней, после выполнения лечебных мероприятий (окончание эксперимента). Возраст собак варьировался от 7 до 15 лет, средний возраст — 12,3 года. Все отобранные животные относились к группе С по классификации ACVIM (American College of Veterinary Internal Medicine), т. е. животные с эндокардиозом, в анамнезе клинические признаки ЗСН, интенсивность шума регургитации $\geq 3/6$; эхокардиографическое соотношение левого предсердия/аорты (LA:Ao) в правосторонней проекции по короткой оси в ранней диастоле $\geq 1,6$; внутренний диаметр левого желудочка в диастолу, нормированный по массе тела (LVDDN) $\geq 1,7$; рентгенологический кардиовертебральный индекс $>10,5$. Все животные получали терапию пимобendanом (0,3 мг/кг перорально 2 раза в день), беназеприлом (0,5 мг/кг перорально 2 раза в день), пероральное введение фуросемида (в дозе 2 мг/кг каждые 12 часов) и спиронолактона (2,0 мг/кг каждые 24 ч). Для исследования отбирались животные, у которых в ходе лечения удалось добиться стабильного состояния и отсутствия клинических признаков ЗСН, при этом у отобранных животных отмечался кашель до 10 баллов по 12-балльной шкале. Всем животным был поставлен диагноз «хронический бронхит на фоне КДП», диагноз был поставлен ретроспективно на стадии В эндокардиоза по ACVIM эндоскопически, или рентгенологически после стабилизации состояния животного перед включением в исследование.

Всем собакам был проведен общий анализ крови, биохимический профиль сыворотки, анализ мочи, рентгенограммы шеи и грудной клетки в трех проекциях, эхокардиограмма. Собак исключали из исследования, если были обнаружены системные заболевания, на рентгене выявляли любые паттерны, кроме усиления бронхиального рисунка и коллапса трахеи. Ранее назначенные сердечные препараты, такие как фуросемид и пимобendan, были разрешены, если собаки принимали эти препараты в течение как минимум 1 месяца до включения в исследование. Зарегистрированным собакам не разрешалось получать новое средство от кашля в течение периода исследования.

Всем собакам были назначены ингаляции препаратом «Фликсоназе» (Глаксо Вэллком С.А., Испания), 1 доза которого содержит флутиказона пропионат (микронизированный) 100 мкг. Назначено по 1 ингаляции 2 раза в день по 6–8 вдохов (в зависимости от размера собаки) через спейсер типа AeroDawg.

Перед началом лечения было проведено обучение владельцев правильному использованию аэрозольных лекарств, а также было поручено приучить собаку к маске в течение 2–3 дней.

Каждые 7 дней в течение 35 дней владельцы заполняли опросник, в котором по 12-балльной шкале оцени-

вали характеристики кашля по частоте, продолжительности, тяжести и давали его общую оценку (таблица 1).

Таблица 1

Оценка тяжести кашля собак по 12-балльной шкале (заполняется владельцами)

Балл	Частота, раз в сутки	Продолжительность, мин	Тяжесть, субъективно
1	1–5	менее 0,5	умеренной громкости, без последующей одышки
2	5–10	1	громкий, не вызывающий утомления и одышки, часто с отхождением мокроты
3	10–15	2	громкий, вызывающий быстропроходящее утомление или одышку менее 1 минуты
4	15 и более	более 2	громкий, надрывистый, утомительный, с отхождением мокроты, с последующей одышкой в течение нескольких минут

Каждые 7 дней в течение 35 дней животным проводили клиническое обследование с аускультацией и ультразвуковым исследованием грудной клетки на предмет травмы — TFAST (Thoracic Focused Assessment with Sonography For Trauma), с целью выявления отека легких и жидкости в грудной клетки; эхокардиографически оценивались соотношение LA:Ao; внутренний диаметр левого желудочка в диастолу, фракция выброса и сокращения левого желудочка (ЛЖ), с целью раннего выявления декомпенсации ЗСН.

Результаты исследования и их обсуждение. В группу собак с хроническим кашлем продолжительностью более трех месяцев вошли следующие породы: смешанные породы (5), такса (4), чихуахуа (4), померанский шпиц (3), йоркширский терьер (1), шитцу (1), мальтийская болонка (1). Вес всех собак колебался от 1,9 до 10,5 кг (медиана 6,1 кг), упитанность — от 4 до 8 (медиана 6). Динамика оценки кашля на фоне лечения флутиказоном показана в таблице 2.

Таблица 2

Оценка тяжести кашля по 12-балльной шкале у собак в процессе лечения флутиказоном (заполнено владельцами)

Дни лечения	Частота, раз в сутки	Продолжительность, мин	Тяжесть, субъективно	Общая оценка кашля в баллах
0	3	3	4	10
7	3	3	3	9
14	3	2	2	7
21	2	1	1	4
28	2	1	1	4
35	1	1	1	3

Как видно из таблицы, флутиказон снизил частоту, продолжительность и тяжесть кашля у собак до минимальных значений, хотя реакция на препарат среди собак была разной. Заметный эффект от лечения флутиказоном отмечался со второй недели лечения, то есть необходимо учитывать отсутствие быстрой положительной динамики. На 21-й день терапии практически у всех животных отмечалось максимальное улучшение, а к 35-му дню — лишь единичные непродолжительные и нетяжелые приступы кашля, которые не ухудшали качество жизни животного.

При клиническом обследовании до конца исследования у подопытных животных не отмечалось признаков ухудшения застойной сердечной недостаточности.

Заключение. В данном исследовании впервые была рассмотрена возможность применения аэрозольных кортикостероидов для контроля хронического кашля у собак при компенсированном эндокардиозе группы С по классификации ACVIM: флутиказон доказал свою эффективность для контроля кашля у животных с эндокардиозом, хроническим бронхитом на фоне КДП и ЗСН. Владельцы сочли введение

аэрозольных лекарств вполне осуществимым — обучение правильному использованию спейсера потребовало от 1 до 3 сеансов. Период привыкания пациентов к данному лечению не превышал 2–3 дней, эффективность средства повышалась при его длительном использовании. Терапия топическим кортикостероидом флутиказоном в течение 35 дней не привела к декомпенсации ЗСН — у подопытных животных не было выявлено снижения систолической функции левого же-

лудочка, усиление застойных явлений в легких и признаков отека легких. Терапия флутиказоном привела к высокой удовлетворенности владельцев, но клиницисты должны проявлять бдительность: наше исследование продолжалось 35 дней, и возможно, более длительное лечение приведет к явлениям гиперкортицизма, задержке жидкости в организме и появлению у собак с эндокардиозом признаков ЗСН, что потребует изменения терапевтических протоколов.

Список литературы / References

1. Oh D, Lee S, Kim S, Choen S, Choi M, Yoon J. Computed Tomographic Bronchial Collapsibility Values over 50% May Be Detected in Healthy Dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2019;60(1):28–37. <https://doi.org/10.1111/vru.12692>
2. Johnson LR, Vernau W. Bronchoalveolar Lavage Fluid Lymphocytosis in 104 Dogs (2006–2016). *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2019;33(3):1315–1321. <https://doi.org/10.1111/jvim.15489>
3. Ferasin L, Linney C. Coughing in Dogs: What is the Evidence for and against a Cardiac Cough? *Journal of Small Animal Practice*. 2019;60(3):139–145. <https://doi.org/10.1111/jsap.12976>
4. Johnson LR, Stern JA. Clinical Features and Outcome in 25 Dogs with Respiratory-associated Pulmonary Hypertension Treated with Sildenafil. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2020;34(1):65–73. <https://doi.org/10.1111/jvim.15679>
5. Casamian-Sorrosal D, Silvestrini P, Blake R, Kortum A, Watson P, Martinez-Pereira Y, et al. Clinical Features and Long-term Follow-up of 70 Cases of Canine Idiopathic Eosinophilic Lung Disease. *Veterinary Record*. 2020;187(8):e65. <https://doi.org/10.1136/vr.105193>
6. Levy A, Reinero C, Masseau I. Ventilator-Assisted Inspiratory and Expiratory Breath-hold Thoracic Computed Tomographic Scans Can Detect Dynamic and Static Airway Collapse in Dogs with Limited Agreement with Tracheobronchoscopy. *Animals*. 2022;12(22):3091. <http://doi.org/10.3390/ani12223091>
7. Verschoor-Kirss M, Rozanski EA, Sharp CR, Oura TJ, Egan A, Bain P, et al. Treatment of Naturally Occurring Asthma with Inhaled Fluticasone or Oral Prednisolone: A Randomized Pilot Trial. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2021;85(1):61–67.
8. Elkholy DA, Brodbelt DC, Church DB, Pelligand Ludo, Mwacalimba Kennedy, Wright AK, et al. Side Effects to Systemic Glucocorticoid Therapy in Dogs under Primary Veterinary Care in the UK. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:515.
9. Masters AK, Berger DJ, Ware WA, Langenfeld NR, Coetzee JF, Mochel JPM, et al. Effects of Short-Term Anti-Inflammatory Glucocorticoid Treatment on Clinicopathologic, Echocardiographic, and Hemodynamic Variables in Systemically Healthy Dogs. *American Journal of Veterinary Research*. 2018;79(4):411–423. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00515>

Об авторах:

Сергей Николаевич Карташов, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), kartashovsn@gmail.com

Марина Алексеевна Петрова, аспирант кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [SPIN-код](#), petrovam@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

С.Н. Карташов: сбор данных от животных, обработка полученных результатов, проведение эхокардиографических и электрокардиографических исследований, клинических исследований крови, подготовка соответствующего фрагмента текста.

М.А. Петрова: подготовка обзора современных исследований, проведение рентгенологических исследований, эндоскопических исследований, подготовка соответствующего фрагмента текста

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Sergey N. Kartashov, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), kartashovsn@gmail.com

Marina A. Petrova, PhD Student of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-code](#), petrovam@gmail.com

Claimed Contributorship:

SN Kartashov: animals' data collection, processing the results obtained, conducting the echocardiographic and electrocardiographic examinations, the clinical blood tests, preparing the relevant text fragment.

MA Petrova: preparing the overview of modern research, conducting the X-ray and endoscopic examinations, preparing the relevant text fragment.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 28.10.2024

Поступила после рецензирования / Revised 29.11.2024

Принята к публикации / Accepted 05.12.2024

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



УДК 616-006.04

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-37-44>

Морфометрические параметры опухоли молочной железы как новые критерии в дифференцировке гистологических типов у собак

Д.Б. Галустян , О.В. Дилекова

Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь, Российская Федерация

✉ Noobitoys@gmail.com

EDN: GMHKNC

Аннотация

Введение. Опухоли молочных желёз у собак являются широко распространённой патологией, регистрируемой в 20–30 % случаев от всех обращений в ветеринарные клиники. Злокачественные новообразования молочных желёз имеют специфические структурные изменения ткани, с характерными морфологическими преобразованиями клеточного, ядерного, стромально-паренхиматозного и сосудистых компонентов. Однако на сегодняшний день в мире нет обширных и глубоких исследований в данном направлении, что затрудняет или делает невозможным лабораторную диагностику опухолей с исследованием морфометрических параметров. Целью исследования является установление значимых морфометрических параметров для дифференцировки гистологических типов опухолей молочной железы у собак при постановке диагноза.

Материалы и методы. Материалом для исследования, проходившего в период с 2022 по 2023 гг., служили эксцизионные биоптаты (n=15), полученные после унилатеральной мастэктомии у собак. Обзорные препараты показали признаки трех основных гистологических типов опухоли, из которых были сформированы группы: тубулярная (n=5), медулярная (n=5) и солидная (n=5). Выборка исследуемых гистологических типов, представленная тремя группами, была подразделена на основные категории морфометрических параметров — клеточных и ядерных (тубулярная (n=995), медулярная (n=995), солидная (n=995)), стромально-паренхиматозных (тубулярная (n=154), медулярная (n=154), солидная (n=154)) и сосудистых (тубулярная (n=1233), медулярная (n=1233), солидная (n=1233)). Для установления статистически значимых различий среди исследуемых показателей использовали однофакторный дисперсионный анализ и критерий Краскела-Уоллеса как его непараметрический аналог. Анализ полученных результатов был интерпретирован, исходя из рассчитанных F-критериев.

Результаты исследования. Площадь ядер медулярной карциномы больше в сравнении с тубулярной ($p<0,01$) и солидной ($p=0,000$), размеры ядер тубулярной карциномы больше солидной ($p=0,000$). Наибольший показатель ядерно-цитоплазматического отношения установлен в медулярной карциноме ($p=0,000$), наименьший — в солидной карциноме ($p=0,000$). Диаметр сосудов солидной карциномы превышает показатели в сравнении с тубулярной ($p=0,000$) и медулярной ($p=0,000$), а показатели диаметра сосудов тубулярной карциномы незначительно больше медулярной ($p=0,001$).

Обсуждение и заключение. Все исследуемые гистологические типы опухолей имели статистически значимые различия, что делает возможным их дифференцировку при исследовании морфометрических параметров ткани. При этом не все сформированные группы морфометрических критериев продемонстрировали наличие статистической значимости и требуют дальнейшего исследования. Стромально-паренхиматозная группа морфометрических параметров имела наименее эффективные дифференциальные свойства. Клеточная и ядерная группа показала наибольшую критериальную ценность благодаря наличию специфических различий среди всех типов опухоли. Наиболее значимыми морфометрическими параметрами из данной группы оказались площадь ядра и ядерно-цитоплазматическое отношение. Группа сосудистых параметров оказалась высокоспецифичной и, следовательно, второй диагностически значимой группой морфометрических критериев. Среди данных показателей наибольшая диагностическая ценность была выявлена при анализе диаметра сосудов.

Ключевые слова: морфометрические критерии, ядерно-цитоплазматическое отношение, стромально-паренхиматозное отношение, индекс васкуляризации

© Галустян Д.Б., Дилекова О.В., 2024

Для цитирования. Галустян Д.Б., Дилекова О.В. Морфометрические параметры опухоли молочной железы как новые критерии в дифференцировке гистологических типов у собак. *Ветеринарная патология*. 2024;24(4):37–44. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-37-44>

Original Empirical Research

Morphometric Parameters as the New Differentiation Criteria of Histological Types of Mammary Gland Tumour in Dogs

Dmitry B. Galustyan , Olga V. Dilekova 

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation

✉ Noobitoys@gmail.com

Abstract

Introduction. Canine mammary gland tumour is a widespread pathology registered in 20–30% of all the cases admitted to the veterinary clinics. Malignant mammary gland neoplasms cause the specific structural changes in the tissue, with the specific morphological transformations of the cellular, nuclear, parenchymatous-stromal and vascular components. However, currently, in the world there are no extensive and in-depth studies in this field, therefore the laboratory diagnostics of tumours using the examination of the morphometric parameters is difficult or impossible. The aim of the present research is to establish the significant morphometric parameters enabling differentiation of the histological types of canine mammary gland tumours in the course of diagnostics.

Materials and Methods. The research was conducted from 2022 to 2023 and based on investigation of the excisional biopsy specimens (n=15) obtained after unilateral mastectomy in dogs. The review specimens demonstrated the signs of three main histological types of tumour, which formed the respective groups: tubular (n=5), medullary (n=5) and solid (n=5). The sample of the studied histological types represented by three groups was subdivided into the main categories of morphometric parameters – cellular and nuclear (tubular (n=995), medullary (n=995), solid (n=995)), parenchymatous-stromal (tubular (n=154), medullary (n=154), solid (n=154)) and vascular (tubular (n=1233), medullary (n=1233), solid (n=1233)). To establish the statistically significant differences among the studied parameters, a single-factor analysis of variance and its non-parametric analogue — the Kruskal-Wallis test, were used. The obtained results were analysed by interpretation of the calculated F-test.

Results. The area of the medullary carcinoma nuclei was larger compared to the tubular ($p<0.01$) and solid ($p=0.000$), the size of tubular carcinoma nuclei was larger than that of the solid ($p=0.000$). The highest nuclear-cytoplasmic ratio was determined in medullary carcinoma ($p=0.000$), the lowest — in solid carcinoma ($p=0.000$). The diameter of solid carcinoma vessels exceeded that of tubular ($p=0.000$) and medullary ($p=0.000$), and the diameter of tubular carcinoma vessels was slightly larger than that of medullary ($p=0.001$).

Discussion and Conclusion. All the studied histological types of tumours had statistically significant differences, which makes it possible to differentiate them when examining the morphometric parameters of the tissue. However, not all of the formed categories of morphometric parameters had demonstrated the statistical significance and require further study. The parenchymatous-stromal category of morphometric parameters had the least efficient differential properties. The cellular and nuclear category showed the greatest differential value due to availability of the specific differences distinguishable among all other tumour types. The most significant morphometric parameters in this group were the area of the nucleus and the nuclear-cytoplasmic ratio. The vascular category of parameters turned out to be highly specific and, therefore, the second diagnostically significant category of morphometric parameters. In this category of parameters, the vessel diameter proved to be of the greatest diagnostic value.

Keywords: morphometric criteria, nuclear-cytoplasmic ratio, parenchymatous-stromal ratio, vascularization index

For Citation. Galustyan DB, Dilekova OV. Morphometric Parameters as the New Differentiation Criteria of Histological Types of Mammary Gland Tumour in Dogs. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;24(4):37–44. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-37-44>

Введение. Опухоли молочных желёз у собак встречаются в 20–30 % случаев и составляют 1/4 от всех патологий, регистрируемых в ветеринарных клиниках, что красноречиво свидетельствует о важности исследований в этом направлении. Salas Y. с соавторами на базе мексиканских клиник установили, что опухоли молочных желёз встречаются в 16,8 % случаев от всех патологий у собак [1]. По

данным Rodríguez J., количество случаев опухолей молочных желёз за период с 2003 по 2020 гг. увеличилось с 13,6 % до 26,9 % соответственно [2]. Varney D. установил, что за 2016 г. в Соединенном Королевстве 1340,7 случаев опухолей приходилось на 100 000 собак [3]. В Таиланде с 2012 по 2019 гг. 24,5 % всех отобранных биопсий выявили опухоли молочных желёз [4]. В России отсутствует регистр

онкологических заболеваний у собак, однако, по частным данным о локальной распространённости, регистрируется около 24 % опухолей.

Процесс малигнизации опухолей молочных желёз ведёт к специфическим изменениям структуры ткани, что позволяет определять гистологическую идентичность типов опухолей. Микроскопически можно обнаружить изменения на тканевом и клеточном уровне. Часто ключевую роль, связанную с озлокачиванием в патогенезе опухолей, играет усиленный рост соединительной ткани, изменяющий соотношение стромального и паренхиматозного компонентов [5]. Также наблюдаются изменения в форме и размерах клеток и ядер, что свидетельствует об активных синтетических и миграционных свойствах клеток, характерных для малигнизированных новообразований [6, 7]. Увеличивается сосудистый компонент, характеризующий усиление васкуляризации, как правило, обнаруживаемое при злокачественных опухолях [8, 9].

Данные параметры исследуются количественным путём [10], что минимизирует субъективность при постановке диагноза, который нередко может оказаться неверным ввиду большой доли человеческого фактора. Так, Andrew A. Renshaw с соавторами обнаружил, что среди 1131 установленных диагнозов 2 % были ложноотрицательными [11], а Yamaguchi R. с соавторами установил, что среди 5693 случаев цитологических исследований 20 % диагнозов были интерпретированы неверно [7]. Тем не менее важность обнаружения количественных изменений перечисленных компонентов опухолевой ткани была частично подтверждена рядом авторов. Так, Conner S. с соавторами, проводя исследования над клеточными линиями, установил, что наибольшей онкогенностью обладают клетки неправильной и продолговатой формы, о чём может свидетельствовать изменение эксцентриситета, но размеры клеток не оказывали сильного влияния на результаты исследования [6]. Zhao J. с соавторами обнаружил, что ядерный и клеточный эксцентриситет, форма, размеры клетки и ядра в нейроэндокринных опухолях имеют соответствия между определёнными морфометрическими параметрами и степенью злокачественности [13]. Авторы в данных исследованиях делали упор на детальное изучение морфометрических особенностей клетки и ядра, что с учётом ранее обозначенных процессов в опухолевом очаге, затрагивающих большую часть структурных элементов ткани, не учитывает комплексность факторов, также влияющих на формирование опухоли. Таким образом, необходима проверка гипотезы о том, что измерение морфометрических параметров тканевых, клеточных и сосудистых компонентов является диагностически значимым для дифференцировки различных гистологических типов опухолей.

Целью данного исследования является установление значимых морфометрических параметров для дифференцировки гистологических типов опухолей молочной железы у собак при постановке диагноза.

Материалы и методы. Исследование было проведено в период с 2022 по 2023 гг. на кафедре паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии имени профессора С.Н. Никольского и на базе Научно-диагностического и лечебного ветеринарного центра ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», а также в клиниках г. Ставрополя: ИП Шаламова Е.В., ветеринарная клиника «Колибри», ИП Заиченко И.В., Ветеринарный центр им. Пирогова, ИП Идея В.С., ветеринарная клиника «Вет Семья».

Материалом для исследования служили эксцизионные биоптаты ($n=15$), полученные после унилатеральной мастэктомии у собак. Опытные образцы после проведения хирургической операции в течение 30 минут подвергались гистологической вырезке в области опухолевого очага с захватом окружающих здоровых тканей в радиусе 1 см. Полученный материал фиксировали в 10 % нейтральном забуференном формалине (Биовитрум®, Россия) в течение 48 часов, после чего образцы подвергались рутинной гистологической проводке и заливке в вакуумном гистологическом процессоре Tissue-Tek® VIP 5 Jr и модульной системе заливки парафином Tissue-Tek® TEC 5 (Sakura, Япония). Гистологические срезы толщиной 3–5 мкм получали с помощью ротационного микротомы Accu-Cut SRM 200 (Sakura, Япония) на автоматизированном микротомном столе Microtome Bench (Bio Optica, Италия). Для обзорного исследования препараты окрашивали гематоксилином и эозином с помощью автостейнера Tissue-Tek Prisma (Sakura, Япония), а также по методу Маллори для выявления стромального компонента («Биовитрум», Россия).

Микроскопические исследования осуществляли на микроскопе Olympus BX53 (Япония), при увеличении 4×, 10×, 60×, оцифровывание препаратов было проведено с помощью встроенной цифровой камеры Olympus SC50 (Япония) в программной среде для микроскопической съёмки Olympus Cellsens Entry (Япония).

Обзорные препараты были разделены на три основных гистологических типа опухолей, из которых были сформированы группы: тубулярная ($n=5$), для которой характерна тубулярная структура с низкой митотической активностью и редким ядерным полиморфизмом; солидная ($n=5$), характеризующаяся кластерами клеток, расположенными в стромах; и медуллярная ($n=5$), для которой характерны солидный рост с чётко отграниченными краями, высокая митотическая активность, наличие крупных клеток, содержащих большое количество цитоплазмы, округлых клеток, плеоморфных везикулярных ядер, содержащих обычно до нескольких ядрышек [13].

Морфометрические измерения ядерного и клеточного эксцентриситета через фокусное расстояние, площади ядра и клетки, диаметра и площади кровеносных сосудов, площади паренхиматозного и стромального компонента ткани, проводили с помощью программ Морфотест 5.1 («ВидеоТест-Морфология», Россия) и QuPath 0.4.4

(Qupath, Шотландия), с расширением в виде математической модели для автоматического измерения ядер и клеток StarDist (MISCAI, Испания).

Из полученных морфометрических данных высчитывались ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО), стромально-паренхиматозное отношение (СПО), процентная доля стромы и паренхимы на единицу площади среза, индекс васкуляризации (ИБ), представляющий собой процентное отношение совокупности площади кровеносных сосудов на единицу площади среза и плотность кровеносных сосудов на единицу площади среза.

Статистический анализ полученных данных проводился в программной среде IBM SPSS Statistics 27 (IBM Incorporation, США). Выборка исследуемых гистологических типов, представленная тремя группами, была подразделена на основные категории морфометрических параметров: клеточных и ядерных (тубулярная (n=995), медулярная (n=995), солидная (n=995)); стромально-паренхиматозных (тубулярная (n=154), медулярная (n=154), солидная (n=154)); и сосудистых (тубулярная (n=1233), медулярная (n=1233), солидная (n=1233)).

Статистический анализ площади и эксцентриситета клетки и ядра, процентное содержание стромального и паренхиматозного компонента на единицу площади

среза проводили двухсторонним однофакторным дисперсионным анализом с множественными повторными измерениями по Стьюденту-Ньюману-Кеулсу (СНК) и Т2 Тамхейну в случае неравенства дисперсий. Полученные данные считали статистически достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Статистический анализ ЯЦО, СПО, ИБ, плотность сосудов на единицу площади среза, площадь и диаметр сосудов проводился с помощью анализа Краскела-Уоллеса, повторные множественные измерения проводились по методу сравнения двух средних Стьюдента с поправкой Бонферрони. Полученные данные считали статистически достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. По результатам статистических анализов были выявлены значимые различия в группах всех клеточных и ядерных морфометрических параметров (таблица 1).

Множественные сравнения гистологических типов выявили значимые различия в соответствии с тем или иным морфометрическим параметром. Так, в среднем площадь клетки при солидном типе карциномы больше в сравнении с медулярным и тубулярным типами ($p=0,000$). При этом площади клеток тубулярной и медулярной карцином статистически не отличаются друг от друга ($p=0,308$) (таблица 2).

Таблица 1

Статистическая сводка дисперсионного и рангового анализа

Клеточные и ядерные морфометрические критерии				
Площадь клетки	Площадь ядра	Клеточный эксцентриситет	Ядерный эксцентриситет	ЯЦО
<0,01*	<0,01*	0,05*	<0,01*	0,000*
Стромально-паренхиматозные морфометрические критерии				
Процент содержания паренхимы на единицу площади среза		Процент содержания стромы на единицу площади среза		СПО
0,88		<0,01*		0,04*
Сосудистые морфометрические критерии				
Площадь сосудов на единицу площади среза	Диаметр сосудов		Плотность сосудов на единицу площади среза	ИБ
<0,01*	0,000*		<0,01*	<0,01*

Примечание: * — статистически достоверный уровень значимости.

Таблица 2

Статистическая сводка множественных сравнений морфометрических критериев

Морфометрический критерий	Гистологический тип опухоли		
	M ± SD		
	Тубулярный	Медулярный	Солидный
Площадь клетки	60,28 ± 20,05 [#]	58,62 ± 27,53 [~]	74,12 ± 21,55 ^{#~}
Площадь ядра	34,01 ± 13,46 ^{#~}	39,27 ± 17,22 ^{*~}	28,6 ± 9,97 ^{#~}
Клеточный эксцентриситет	0,7 ± 0,11	0,69 ± 0,11	0,69 ± 0,9
Ядерный эксцентриситет	0,7 ± 0,14 [#]	0,69 ± 0,13 [~]	0,66 ± 0,13 ^{#~}
ЯЦО	Mdn (IQR)		
	1,35 (1,217) ^{*#}	2,49 (1,892) ^{*~}	0,62 (0,317) ^{#~}

Примечание: * — статистически значимая разница между первой и второй группой;

[#] — статистически значимая разница между первой и третьей группой;

[~] — статистически значимая разница между второй и третьей группой.

Наибольший показатель площади ядра регистрировался у медуллярной карциномы, а наименьший — у солидной. Значения площади ядер медуллярной карциномы больше в сравнении с тубулярной ($p < 0,01$) и солидной ($p = 0,000$), при этом размеры ядер тубулярной карциномы больше солидной ($p = 0,000$). Согласно статистическому анализу, площадь ядра является более значимым морфометрическим критерием, чем площадь клетки, позволяя провести точную дифференцировку данных гистологических типов между собой (рис. 1).

Согласно полученным данным, клеточный эксцентриситет в сравнении с площадью ядра имеет наименьшую критериальную значимость, несмотря на то что дисперсионный анализ демонстрирует наличие слабых пограничных различий между группами внутри данного критерия, множественные сравнения, однако, не выявляют каких-либо значимых различий между гистологическими типами опухоли. Данная картина также подтверждается при вычислении величины эффекта эта-

квадрат равной 0,002. Ядерный эксцентриситет с наибольшим показателем отклонения формы ядра от окружности был выявлен у солидной карциномы ($p = 0,05$), при этом различий между тубулярной и медуллярной карциномой не было обнаружено.

Вторым наиболее значимым критерием в дифференцировке представленных гистотипов является ЯЦО, при котором наибольший показатель установлен в медуллярной карциноме ($p = 0,000$), что, в свою очередь, отражает ранее представленные данные о площади ядра и клетки в отношении друг друга. Таким образом, медуллярная карцинома в основном представлена маленькими клетками с крупными ядрами. Наименьший показатель ЯЦО был выявлен в солидной карциноме ($p = 0,000$), что, наоборот, демонстрирует у данного типа опухоли мелкие ядра и крупные клетки. Тубулярная карцинома имеет промежуточное положение между значениями медуллярной и солидной карциномы ($p = 0,000$) (рис. 2).

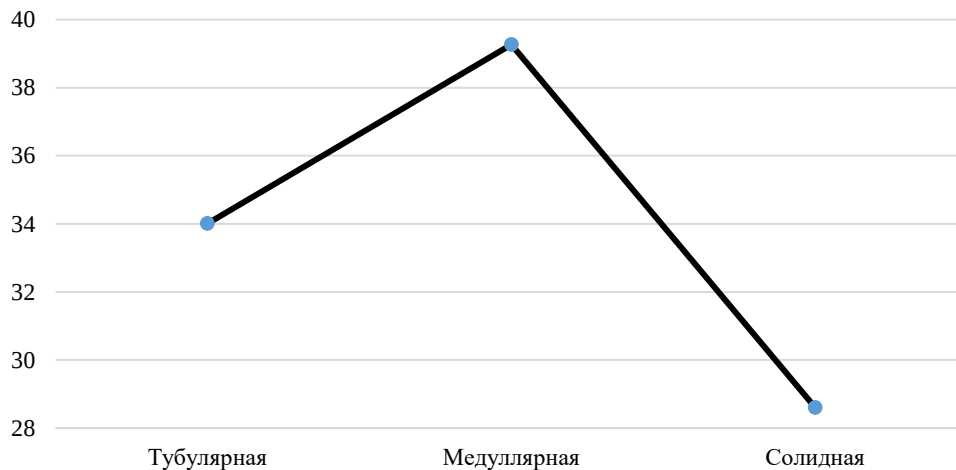


Рис. 1. Средние значения площади ядра исследуемых гистотипов опухолей молочной железы у собак

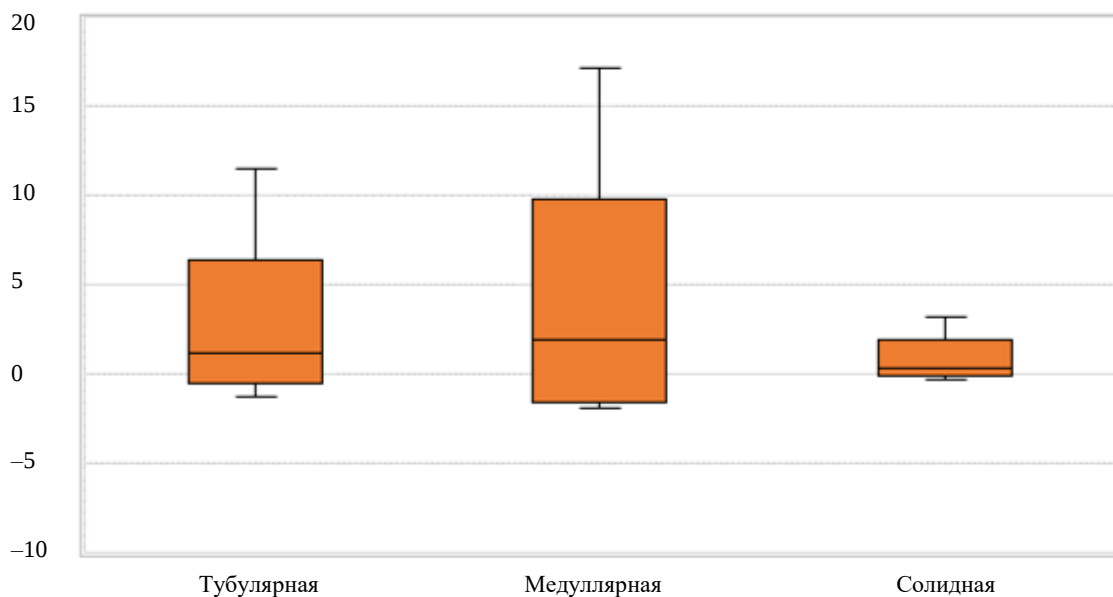


Рис. 2. Межквартильные интервалы значений ЯЦО исследуемых гистотипов опухолей молочной железы у собак

Статистический анализ стромально-паренхиматозных морфометрических параметров показал достоверные различия внутри групп, однако паренхиматозные параметры, в частности процент содержания паренхимы на единицу площади, оказался незначимым критерием (таблица 1).

Стромальный компонент ткани, наоборот, является значимым критерием при дифференцировке опухолей. Наибольший процент стромы наблюдался в тубулярной карциноме ($p=0,002$) (таблица 3). В солидной карциноме процентная доля стромы больше в сравнении с медулярной карциномой, которая имела наименьшее количество этого компонента ($p=0,012$). Тем не менее не было обнаружено каких-либо достоверных отличий

процентного содержания стромального компонента в тубулярной и солидной карциномах.

Статистический анализ критериев сосудистого компонента, как и группа клеточных и ядерных параметров, показала значимую ценность исследуемых показателей, продемонстрировав наличие различий среди полученных значений в каждой исследуемой группе (таблица 1).

Согласно полученным данным, солидная карцинома имеет наибольшие показатели площади сосудов гистологического среза, в сравнении с тубулярной ($p=0,000$) и медулярной карциномами ($p=0,000$). Статистически значимой разницы между тубулярной и медулярной карциномами не обнаружено (таблица 4).

Таблица 3

Статистическая сводка множественных сравнений морфометрических критериев

Морфометрический критерий	Гистологический тип опухоли		
	M (SD)		
	Тубулярный	Медулярный	Солидный
Процент содержания паренхимы на единицу площади среза	39,6 ± 18,74	43,1 ± 21,32	44,03 ± 17,29
Процент содержания стромы на единицу площади среза	35,06 ± 15,38*	28,16 ± 19,13*~	34,11 ± 11,9~
	Mdn (IQR)		
СПО	0,86 (1,27)*	0,63 (0,92)*	0,81 (0,84)

Примечание: * — статистически значимая разница между первой и второй группой;

— статистически значимая разница между первой и третьей группой;

~ — статистически значимая разница между второй и третьей группой.

Таблица 4

Статистическая сводка множественных сравнений морфометрических критериев

Морфометрический критерий	Гистологический тип опухоли		
	Mdn (IQR)		
	Тубулярный	Медулярный	Солидный
Площадь сосудов на единицу площади среза	132,44 (288,23) #	134,16 (235,04) ~	213,41 (553,250) #~
Диаметр сосудов	16,98 (20,61) **	15,16 (13,36) *~	24,10 (41,47) #~
Плотность сосудов на единицу площади среза	0,55 (0,71) **	0,42 (0,61) *	0,39 (0,36) #
ИБ	0,23 (0,68) **	0,87 (4,16) *	2,1 (5,44) #

Примечание: * — статистически значимая разница между первой и второй группой;

— статистически значимая разница между первой и третьей группой;

~ — статистически значимая разница между второй и третьей группой.

Диаметр сосудов в сравнении с такими морфометрическими критериями, как площадь ядра и ЯЦО, демонстрирует высокую диагностическую значимость, показывая наличие статистически достоверных различий среди всех гистологических типов. Так, диаметр сосудов солидной карциномы значительно превышает показатели в сравнении с тубулярной ($p=0,000$) и медулярной ($p=0,000$), а показатели диаметра сосудов тубулярной карциномы незначительно больше медулярной ($p=0,001$).

Плотность сосудов на единицу площади среза ткани не имеет выраженной критериальной значимости, тем не менее содержит ценную информацию о характере васкуляризации различных опухолей. Таким образом, тубулярная карцинома имела наибольший показатель плотности

сосудов в сравнении с медулярной ($p=0,005$) и солидной ($p=0,003$). Было установлено, что отсутствуют различия между показателями плотности в медулярных и солидных карциномах.

ИБ оказался более достоверным и диагностически значимым критерием, демонстрирующим степень васкуляризации в зависимости от площади исследуемой ткани, тем самым позволяя исключить неточности в измерениях, как в случае с площадью сосудов. Из полученных результатов видно, что данные показатели солидной карциномы больше, чем в тубулярной ($p=0,000$), также ИБ тубулярной карциномы больше, чем в медулярной ($p=0,000$). Между солидной и медулярной карциномами не было выявлено статистически значимых различий.

Обсуждение и заключение. В ходе исследования статистически значимые морфометрические показатели были обнаружены в трех группах критериев: клеточных и ядерных, стромально-паренхиматозных и сосудистых. Полученные нами данные частично сходятся с выводами зарубежных коллег об онкогенности клеточных линий [6, 12].

Наиболее значимыми критериальными показателями оказались площадь ядра и ЯЦО, демонстрирующие высокоспецифические особенности, возникающие при формировании исследуемых гистологических типов. Клеточный эксцентриситет при этом не показал каких-либо специфических особенностей, предположительно вследствие затруднения адекватного обнаружения клеточной плазмолеммы, что не всегда позволяло правильно определять границы клетки. По всей видимости, для получения более достоверных сведений по данному критериальному параметру необходимо использовать специфические методы исследования для более четкого обнаружения клеточной мембраны. Ядерный эксцентриситет демонстрирует слабовыраженную диагностическую ценность: по нашему мнению, данный параметр будет более характерным для установления степени злокачественности, поэтому необходимо допол-

нительно провести регрессионный анализ для установления коррелятивных отношений.

Стромально-паренхиматозный компонент оказался наименее выраженным диагностическим параметром среди всех исследуемых. Мы предполагаем, что данный критерий имеет слабые различия, и для их выявления необходимо увеличить выборку исследуемых образцов.

Сосудистый компонент опухоли у собак является наиболее диагностически значимым при дифференцировке исследуемых гистологических типов. Данная картина может свидетельствовать о степени выраженности сосудистых изменений в процессе формирования опухоли у собак. Также представленная критериальная группа оказалась наиболее многочисленной по выборке, что также могло отразиться на более явных статистически значимых различиях.

Полученные данные позволяют установить, какие критерии более значимы для дифференцировки различных гистологических типов опухоли. Помимо прочего, в данном исследовании рассматривались лишь три основных типа. Вероятнее всего, критериальные параметры, не продемонстрировавшие какую-либо статистическую ценность, могут оказаться наиболее значимыми для других типов опухоли молочной железы.

Список литературы / References

1. Salas Y, Márquez A, Diaz D, Romero L. Epidemiological Study of Mammary Tumors in Female Dogs Diagnosed during the Period 2002–2012: A Growing Animal Health Problem. *PLoS ONE*. 2015;10(5):e0127381. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0127381>
 2. Rodríguez J, Santana Á, Herráez P, Killick DR, de los Monteros AE. Epidemiology of Canine Mammary Tumours on the Canary Archipelago in Spain. *BMC Veterinary Research*. 2022;18:268. <http://doi.org/10.1186/s12917-022-03363-9>
 3. Varney D, O'Neill D, O'Neill M, Church D, Stell A, Beck S, et al. Epidemiology of Mammary Tumours in Bitches under Veterinary Care in the UK in 2016. *The Veterinary Record*. 2023;193(5):e3054. <http://doi.org/10.1002/vetr.3054>
 4. Srisawat W, Pringproa K, Prachasilchai Worapat, Thongtharb A, Sthitmatee N. Epidemiology and Classification for Canine and Feline Mammary Gland Tumors: A Histopathological Survey of 437 Mammary Gland Tumor Biopsies Performed in a Secondary Care Hospital in Chiang Mai, Thailand from 2012 to 2019. *PeerJ*. 2024;12:e17077. <https://doi.org/10.7717/peerj.17077>
 5. Hasebe T. Tumor–Stromal Interactions in Breast Tumor Progression – Significance of Histological Heterogeneity of Tumor–Stromal Fibroblasts. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*. 2013;17(4):449–460. <http://doi.org/10.1517/14728222.2013.757305>
 6. Conner SJ, Guarin JR, Le TT, Fatherree JP, Kelley C, Payne SL, et al. Cell Morphology Best Predicts Tumorigenicity and Metastasis in Vivo Across Multiple TNBC Cell Lines of Different Metastatic Potential. *Breast Cancer Research*. 2024;26(1):43. <http://doi.org/10.1186/s13058-024-01796-8>
 7. Yamaguchi R, Tsuchiya S, Koshikawa T, Yokoyama T, Mibuchi K, Nonaka Y, et al. Evaluation of Inadequate, Indeterminate, False-Negative and False-Positive Cases in Cytological Examination for Breast Cancer According to Histological Type. *Diagnostic Pathology*. 2012;7:53. <http://doi.org/10.1186/1746-1596-7-53>
 8. Hari Prasad Dhakal, Bjørn Naume, Synnøstvedt M, Borgen E, Kaaresen R, Schlichting E, et al. Vascularization in Primary Breast Carcinomas: Its Prognostic Significance and Relationship with Tumor Cell Dissemination. *Clinical cancer research*. 2008;14(8):2341–2350. <http://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-07-4214>
 9. Heimann R, Ferguson D, Gray S, Hellman S. Assessment of Intratumoral Vascularization (Angiogenesis) in Breast Cancer Prognosis. *Breast Cancer Research and Treatment*. 1998;52:147–158. <http://doi.org/10.1023/a:1006123520603>
 10. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии: учебное пособие для слушателей системы последиplomного образования. Москва: Медицина; 2002. 237 с.
- Avtandilov GG. *Fundamentals of Quantitative Pathological Anatomy: A Textbook for Students of the Postgraduate Education*. Moscow: Meditsina; 2002. 237 p. (In Russ.)

11. Renshaw AA, Gould EW. Reducing False-Negative and False-Positive Diagnoses in Anatomic Pathology Consultation Material. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*. 2013;137(12):1770–1773. <http://doi.org/10.5858/arpa.2013-0012-OA>
12. Zhao J, Ji C, Cheng H, Ye Z, Yao B, Shen M, et al. Digital Image Analysis Allows Objective Stratification of Patients with Silent PIT1-Lineage Pituitary Neuroendocrine Tumors. *The Journal of Pathology Clinical Research*. 2023;9(6):488–497. <http://doi.org/10.1002/cjp2.340>
13. Lakhani SR, Ellis IO, Schnitt SJ, Tan PH, van de Vijver MJ (Eds.). *WHO Classification of Tumours of the Breast. 4th Edition, Volume 4*. WHO Press: Lyon, France; 2012.

Об авторах:

Дмитрий Беникович Галустян, аспирант кафедры паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С.Н. Никольского Ставропольского государственного аграрного университета (357070, Российская Федерация, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), [ORCID](#), Noobitoys@gmail.com

Ольга Владимировна Дилекова, доктор биологических наук, доцент кафедры паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С.Н. Никольского Ставропольского государственного аграрного университета (357070, Российская Федерация, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), [SPIN-код](#), [ORCID](#), Dilekova2009@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

Д.Б. Галустян: осуществление научно-исследовательского процесса, включая выполнение экспериментов и сбор данных. Создание и подготовка рукописи: визуализация результатов исследования и полученных данных.

О.В. Дилекова: формулирование идеи исследования, целей и задач.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Dmitry B. Galustyan, PhD Student of the Parasitology and Veterinary Medicine, Veterinary-Sanitary Examination, Anatomy and Pathoanatomy Department Named after Professor S.N. Nikolsky, Stavropol State Agrarian University (12, Zootechnical Lane, Stavropol, 357070, Russian Federation), [ORCID](#), Noobitoys@gmail.com

Olga V. Dilekova, Dr.Sci. (Biology), Associate Professor of the Parasitology and Veterinary Medicine, Veterinary-Sanitary Examination, Anatomy and Pathoanatomy Department Named after Professor S.N. Nikolsky, Stavropol State Agrarian University (12, Zootechnical Lane, Stavropol, 357070, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), Dilekova2009@yandex.ru

Claimed Contributorship:

DB Galustyan: conducting the research process, including performing the experiments and data collection. Creating and preparing the manuscript: visual presentation of the research results and retrieved data.

OV Dilekova: formulating the idea of the research, its aim and objectives.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 15.08.2024

Поступила после рецензирования / Revised 12.09.2024

Принята к публикации / Accepted 18.09.2024

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



УДК 636.237.21.03:612.1

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-45-51>

Анализ биохимических показателей белкового обмена у коров голштинской породы с целью профилактики патологий репродуктивной системы

М.Д. Новак , А.И. Новак

Рязанский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова, г. Рязань, Российская Федерация

marieta69@mail.ru

EDN: AYKXEO

Аннотация

Введение. Нарушение белкового обмена (диспротеинемия) у сухостойных и новотельных коров зачастую является осложняющим фактором при маститах и эндометритах и приводит к снижению живой массы животного. Своевременное выявление физиологических нарушений и заболеваний у высокопродуктивных животных на основе биохимического анализа крови является основой мероприятий по сохранению оптимальных показателей продуктивности стада и предотвращения экономических потерь, однако в молочных хозяйствах этой проблеме уделяется недостаточное внимание. Цель работы — проанализировать биохимические показатели белкового обмена у высокопродуктивных коров голштинской породы для своевременной профилактики диспротеинемии и патологий репродуктивной системы.

Материалы и методы. Исследования выполнены в условиях крупного молочного комплекса Центрального района Российской Федерации в период с марта по июнь 2019 г. Объект исследований — 45 высокопродуктивных коров голштинской породы (сухостойные, новотельные и животные в период лактации — по 15 голов в каждой группе). Для характеристики белкового обмена и воспалительных процессов в тканях и органах сухостойных и новотельных коров брали следующие биохимические показатели крови: общий белок, альбумин, глобулин, мочевины, креатинин, мочевиная кислота, ферменты трансферазы — АсАТ и АлАТ. В группе животных в период лактации выполняли только клинический осмотр и специальные клинические исследования. Анализ осуществляли путем сравнения полученных результатов с физиологическими нормативными параметрами.

Результаты исследования. В сухостойный период уровень альбумина у 5 из 15 коров был меньше на 5,3–16 %, а у новотельных соответствовал нижней границе физиологических нормативных параметров. Содержание общего белка в крови новотельных коров было ниже нормы в среднем на 20–23 %. Концентрация мочевины у всех исследованных коров снижена в 1,5–2,5 раза, креатинина — повышена в 2–2,5 раза (56–89 %). Активность фермента АсАТ у 75 % сухостойных и всех новотельных коров была выше в 2–4 раза. Показатели резервной щелочности меньше физиологических нормативных параметров в 0,6–2,4 раза у всех исследованных животных.

Обсуждение и заключение. В ходе исследования установлено, что соответствие уровня протеина в рационе биологическим потребностям организма продуктивных животных необходимо определять по концентрации в сыворотке крови общего белка и альбумина, а диспротеинемия и различные патологии репродуктивной системы — по содержанию мочевины, креатинина и активности фермента аспаратаминотрансферазы.

Ключевые слова: коровы голштинской породы, сухостойные коровы, новотельные коровы, биохимические показатели крови, рацион, белковый обмен, диспротеинемия, патологии репродуктивной системы коров, мастит, эндометрит

Для цитирования. Новак М.Д., Новак А.И. Анализ биохимических показателей белкового обмена у коров голштинской породы с целью профилактики патологий репродуктивной системы. *Ветеринарная патология*. 2024;23(4):45–51. <https://doi.org/10.23947/1682-5616-2023-23-4-45-51>

Analysis of Protein Metabolism by Biochemical Parameters in Holstein Cows for Preventing the Reproductive System Pathologies

Mikhail D. Novak , Aleksandra I. Novak  

Ryazan State Medical University Named after Academician I.P. Pavlov, Ryazan, Russian Federation

 marieta69@mail.ru

Abstract

Introduction. Protein metabolism disorder (dysproteinemia) in dry and freshly calved cows often becomes a complicating factor during mastitis and endometritis and leads to the animal's liveweight decrease. Timely detection of physiological disorders and diseases in the highly productive animals by means of a biochemical blood test is the basic method to preserve the optimal indicators of herd productivity and prevent the economic losses, however, this issue is insufficiently followed up in the dairy farms. The aim of the present research is to analyse the protein metabolism in highly productive Holstein cows by biochemical parameters for timely prevention of the dysproteinemia and pathologies of the reproductive system.

Materials and Methods. The research was carried out in the conditions of a large dairy farm in the Central district of the Russian Federation in the period from March to June 2019. The objects of the research were 45 highly productive Holstein cows (dry, freshly calved and milking cows — 15 heads in each group). To analyse the protein metabolism and inflammatory processes in the tissues and organs of dry and freshly calved cows, the following biochemical blood parameters were studied: total protein, albumin, globulin, urea, creatinine, uric acid, transferase enzymes — ASAT and ALAT. The analysis was carried out by comparing the results obtained with the normal values of physiological parameters.

Results. In 5 out of 15 dry cows, the albumin level was 5.3–16% lower, and in freshly calved cows it corresponded to the lower limit of the physiological norm values. The total protein in the blood of the freshly calved cows was lower than normal by 20–23%, on average. The concentration of urea in blood of all cows under research was reduced by 1.5–2.5 times, creatinine was 2–2.5 times elevated (56–89%). The ASAT enzyme activity in 75% of dry and in all freshly calved cows was 2–4 times higher. The reserve alkalinity parameter was 0.6–2.4 times less than the physiological norm values in all animals under research.

Discussion and Conclusion. During the research it was found that the compliance of the protein level in the diet of productive animals with the biological needs of their organisms should be determined by the concentration of total protein and albumin in the blood serum, and dysproteinemia and various pathologies of the reproductive system — by the content of urea, creatinine and activity of the aspartate aminotransferase (ASAT) enzyme.

Keywords: Holstein Cows, dry cows, freshly calved cows, biochemical blood parameters, diet, protein metabolism, dysproteinemia, mastitis, endometritis

For Citation. Novak MD, Novak AI. Analysis of Protein Metabolism by Biochemical Parameters in Holstein Cows for Preventing the Reproductive System Pathologies. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;23(4):45–51. <https://doi.org/10.23947/1682-5616-2023-23-4-45-51>

Введение. Организм высокопродуктивных коров, удои которых составляют более 7000 кг за лактацию, расходует в сутки около 1 кг белка, 1–1,2 кг жира и 1,5 кг лактозы, затраты которых необходимо восполнять с помощью специализированных рационов [1, 2]. Нарушение баланса между отдельными звеньями метаболизма в течение длительного времени, связанное с неполноценным кормлением, обуславливает хронически протекающие патологические процессы [3, 4]. Максимально негативное действие на организм продуктивных животных оказывает дефицит незаменимых аминокислот в кормах, что приводит к нарушению белкового обмена и различным патологиям репродуктивной системы в периоды стельности и после родов [5, 6]. Случаи диспротеинемии сухостойных и новотельных коров могут быть обусловлены также нарушением усвоения питательных веществ вследствие функциональных расстройств пищеварительной системы, первичных заболеваний преджелудков, кишечника и печени [7, 8].

В молочных комплексах Центрального района Российской Федерации среди новотельных коров и первотелок голштинской породы регистрируются патологии репродуктивной системы (эндометриты, маститы), снижение массы тела до 15 %. При недостатке в рационе протеина заболевания протекают в тяжелой форме [9, 10]. Пониженное содержание в крови продуктивных коров альбуминов косвенно подтверждает процессы регенерации, протекающие параллельно с воспалением в тканях и органах [11]. Патологические процессы в ранней фазе можно рассматривать как адаптационно-компенсаторные, требующие корректировки рациона и применения витаминов, макро- и микроэлементов, энергетических, антиоксидантных и десенсибилизирующих препаратов [12]. Несбалансированность рационов коров по белоксодержащим кормам, избыток концентратов и их низкое качество — наиболее частые причины диспротеинемии, субклинических кетозов, которые проявляются впоследствии остеодистрофией, токсическим поражением

печени, нефрозо-нефритами [13, 14]. Поступление с кормами необходимых питательных веществ в организм животных контролируется с помощью биохимического анализа крови. Критерием оценки диспротеинемии являются изменения концентрации общего белка, альбуминов, глобулинов, мочевины и креатинина в сыворотке крови коров [15, 16]. Комплексный мониторинг этих показателей у высокопродуктивных животных должен проводиться регулярно, причем одновременно с оценкой сбалансированности рационов по энергии, питательным веществам, химическому составу, калорийности, наблюдением за качеством кормов, особенностями лактации коров, изменениями их упитанности, сбором данных по продолжительности сервис-периода [17–19]. Эти мероприятия помогают сохранить оптимальные показатели продуктивности стада и предотвратить экономические потери, однако в молочных хозяйствах этой проблеме уделяется недостаточное внимание.

Цель работы — проанализировать причины дисбаланса белкового обмена по результатам биохимических исследований крови высокопродуктивных коров голштинской породы для своевременной профилактики патологий репродуктивной системы.

Материалы и методы. Исследование проведено в условиях крупного молочного комплекса Центрального района Российской Федерации в период с марта по июнь 2019 г. Объект исследований: 45 коров голштинской породы (сухостойные, новотельные и животные в период лактации — по 15 голов в каждой группе); возраст — 3–6 лет; живая масса — от 550 до 630 кг. Биохимические исследования крови выполнены в группах сухостойных (№ 1) и новотельных (№ 2) коров. В группе животных в период лактации (№ 3) проведены только клинический осмотр и специальные клинические исследования для выявления патологий репродуктивной системы (эндометрита, мастита). Характеристика исследуемых животных приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика исследуемых высокопродуктивных коров голштинской породы

№ группы	Физиологическое состояние	Кол-во в группе	Снижение живой массы (кол-во коров, % потери ж. м.),	Заболевания, установленные на основании клинического осмотра и специальных клинических исследований
1	Сухостойные коровы	15	2 (4 % и 5,5 %)	мастит (2)
2	Новотельные коровы	15	3 (3,5 %, 6,0 % и 6,5 %)	мастит (3), эндометрит (2)
3	Коровы в период лактации	15	—	мастит (2), эндометрит (1)

Примечание: «—» — отрицательный результат; в последнем столбце в скобках указано количество случаев выявления патологий репродуктивной системы.

Клинический осмотр и специальные исследования коров на мастит (с применением реактива «Кенотест») и эндометрит выполнены совместно с ветеринарным врачом молочного комплекса. Живую массу (ж. м.) животных в сухостойный период, а также через 10–12 дней после родов устанавливали в динамике, сравнивая показатели веса перед запуском, в течение последующих 1,5–2 месяцев и при раздое. Снижение живой массы выражали в % к первоначальному показателю веса до запуска.

Содержание продуктивных животных в условиях молочного комплекса беспривязное, доение автоматизированное («карусель») с использованием оборудования компании GEA (Германия).

Анализ потребности в питательных веществах выполнен с учетом среднегодовых удоев в соответствии с рекомендациями ФГУ РЦСК [20].

Рекомендуемый состав суточного рациона дойных коров: силос кукурузный BLGG — 21 кг (сухое вещество (СВ) — 6,72 кг), силос клеверный BLGG — 18 кг (СВ — 4,89 кг), сено — 1,5 кг (СВ — 1,26 кг); концентрированные корма (рапс + экструдированный мясокостный концентрат 20 %) — 9,0 кг (СВ — 8,04 кг),

кукуруза (зерно) — 1,4 кг (СВ — 0,98 кг), крахмал — 2,19 кг, сахар — 0,74 кг, сырой протеин — 3,62 кг, сырая зола — 1,64 кг.

Рекомендуемый состав суточного рациона новотельных коров: силос кукурузный BLGG — 19,0 кг (СВ — 6,08 кг), силос клеверный BLGG — 16 кг (СВ — 4,35 кг), сено — 1,5 кг (СВ — 1,27 кг); концентрированные корма (рапс + экструдированный мясокостный концентрат 20 %) — 8,0 кг (СВ — 7,15 кг), кукуруза (зерно) — 2,6 кг (СВ — 1,82 кг), крахмал — 4,57 кг, сахар — 0,71 кг, сырой протеин — 3,47 кг, сырая зола — 1,49 кг.

Рационы при сухостойном содержании коров должны быть такими же, как в период лактации, за исключением объемов силоса (снижение на 15–20 % по СВ), а также сена и сенажа (увеличение в среднем на 60 %). Так, для коров среднегодовой продуктивности 7000–8000 кг молока в сухостойный период содержание основных питательных веществ в рационе должно составлять: сырой протеин — 3,58 кг, крахмал — 4,53 кг, сахар — 0,77 кг, сырая зола — 1,51 кг.

Для характеристики белкового обмена и воспалительных процессов в тканях и органах коров групп

№№ 1, 2 определяли следующие биохимические показатели крови: общий белок, белковые фракции (альбумин, α -, β -, γ -глобулины), мочевины, креатинин, мочевиная кислота, ферменты аспаратаминотрансфераза (АсАТ), аланинаминотрансфераза (АлАТ), щелочная фосфатаза, лактатдегидрогеназа, которые сравнивали с нормативными физиологическими параметрами [21]. Используемое оборудование — автоматический биохимический анализатор крови ChemWell 2910 Combi (Awareness Technology, Inc., США). Статистическая обработка количественных показателей выполнена в программе *Microsoft Excel 2010*.

Результаты исследования. При клиническом осмотре сухостойных и новотельных коров с высокими показателями продуктивности отмечено снижение живой массы, соответственно, в 2-х из 15 случаев — на 4,5

и 5,5 %, и в 3-х из 15 — на 3,5, 6 и 6,5 %. У животных с пониженной живой массой диагностирован мастит: сухостойные коровы — 2 из 15, новотельные — 3 из 15. Акушерско-гинекологические исследования выявили симптомы острого и хронического эндометрита у коров в период лактации (1 из 15) и у новотельных (2 из 15). По результатам скрининга подтвержден диагноз «серозно-катаральный мастит» у лактирующих коров в 2-х из 15 случаев.

На основании данных биохимического исследования крови сухостойных и новотельных коров установлено недостаточное количество общего белка, пониженная концентрация альбумина, низкое содержание мочевины, значительное увеличение уровня креатинина и АсАТ (таблицы 2 и 3).

Таблица 2

Результаты биохимического исследования крови сухостойных коров

№ п/п	Показатели	Физиологические параметры	Номера коров				
			149	85	27	402	M $\pm$ m
1	Общий белок	7,2–8,6 %	7,3	7,4	7,6	7,8	7,5 $\pm$ 0,2
2	Альбумин	38–50 %	36	32	40	39	36,8 $\pm$ 3,1
3	α -глобулины	37,33 $\pm$ 2,19 %	35	36,6	37	34,8	35,9 $\pm$ 0,9
4	β -глобулины	14,21 $\pm$ 1,95 %	14,3	14,9	12,3	15	14,1 $\pm$ 1,1
5	γ -глобулины	27,49 $\pm$ 1,58 %	28,3	29,6	31	28,3	29,3 $\pm$ 1,1
6	Мочевина	3,3–6,7 ммоль/л	1,1	1,1	1,7	1,9	1,5 $\pm$ 0,4
7	Креатинин	39,6–57,2 мкмоль/л	93	136	93	85	101,8 $\pm$ 20,1
8	Мочевая кислота	37,5–119 мкмоль/л	61	66	101	107	83,8 $\pm$ 20,4
9	АлАТ	5–30 ед/л	34	25	18	36	28,3 $\pm$ 7,2
10	АсАТ	8–40 ед/л	103	95	18	116	83,0 $\pm$ 38,3
11	ЛДГ	0,8–4,0 мкмоль/л	1,9	1,9	2,0	2,0	1,95 $\pm$ 0,1
12	Щелочная фосфатаза	100–300 ед/л	92	130	117	62	100,3 $\pm$ 25,9

Примечание: в таблице приведены результаты исследований сухостойных коров (выборочно) с учетом степени выраженности нарушений обменных процессов.

В сухостойный период уровень альбумина у 5 из 15 коров (33 %) меньше на 5,3–16 %, а у новотельных соответствует нижней границе физиологических нормативных параметров [21]. Содержание общего белка в крови новотельных коров ниже в среднем на 20–23 %. Концентрация мочевины у всех исследованных коров снижена в 1,5–2,5 раза, а креатинина — повышена в 2–2,5 раза (56–89 %).

Уровень аспаратаминотрансферазы у 75 % сухостойных и всех новотельных коров превышает физиологические показатели в 2–4 раза. Содержание фермента аланинаминотрансферазы, катализирующего процесс переноса аминокислот и превращение α -кетокислот в аминокислоты, почти во всех случаях соответствует физиологической норме, и только у двух коров в последние две недели сухостойного периода выше на 4–6 ед/л.

Концентрация щелочной фосфатазы в крови сухостойных и новотельных коров в большинстве случаев меньше на 8–40 %.

Изменение концентрации лактатдегидрогеназы в крови продуктивных животных за период исследований не отмечено (соответствие физиологическим параметрам). Показатели резервной щелочности меньше нормы в 0,6–2,4 раза у всех исследованных животных, а в наиболее выраженной степени — у новотельных коров. Кетоновые тела выявлены в крови почти всех исследованных животных при их относительно невысокой концентрации (первая и вторая степень).

Комплексный мониторинг биохимических показателей крови высокопродуктивных коров показал нарушения белкового обмена либо диспротеинемии на субклиническом уровне. Уменьшение уровня альбумина объясняется преобладанием катаболических процессов в послеродовой период, особенно при дисбалансе белкового обмена и токсикозе. У коров в сухостойный период по уменьшению содержания альбумина и глобулинов можно констатировать снижение гуморального иммунитета.

Таблица 3

Результаты биохимического исследования крови новотельных коров

№ п/п	Показатели	Физиологические параметры	Номера коров					
			708	306	752	368	573	M±m
1	Общий белок	7,2–8,6 %	6,3	6,0	5,9	6,2	5,9	6,1±0,1
2	Альбумины	38–50 %	41	38	40	39	37	39,0±1,1
3	α-глобулины	37,33±2,19 %	35,0	34,2	37,2	38,1	34,2	35,7±1,6
4	β-глобулины	14,21±1,95 %	11,3	12,8	12,5	13,2	14,8	12,9±0,9
5	γ-глобулины	27,49±1,58 %	28,7	28,6	27,3	28,2	25,3	27,6±1,2
6	Мочевина	3,3–6,7 ммоль/л	1,8	1,7	1,5	1,9	1,9	1,8±0,1
7	Креатинин	39,6–57,2 мкмоль/л	93	89	96	108	102	97,6±6,4
8	Мочевая кислота	37,5–119 мкмоль/л	75	80	76	68	57	71,2±7,9
9	АлАТ	5–30 ед/л	25	18	22	24	20	21,8±2,1
10	АсАТ	8–40 ед/л	95	120	86	111	121	106,6±12,9
11	ЛДГ	0,8–4,0 мкмоль/л	1,8	1,6	2,2	2,0	1,9	1,9±0,2
12	Щелочная фосфатаза	100–300 ед/л	59	68	70	69	74	68,0±2,9

Примечание: в таблице приведены результаты исследований новотельных коров (выборочно) с учетом степени выраженности нарушений обменных процессов.

Концентрация мочевины в крови исследованных животных, характеризующая уровень протеина в рационе и интенсивность рубцового пищеварения, понижена по сравнению с нормой (особенно у новотельных коров), а содержание креатинина — более высокое. Это также указывает на снижение уровня белкового обмена и его дисбаланс.

У сухостойных и новотельных коров установлено повышение концентрации АсАТ в 2–4 раза, что свидетельствует о длительно протекающих воспалительных процессах, альтерации (цитоллиз и др.) и хронических заболеваниях внутренних органов. Содержание фермента АлАТ у большинства животных соответствовало физиологической норме.

Обсуждение и заключение. Диспротеинемия и кетозы коров, выявленные в субклинической форме в ходе исследования, возникают в основном по причине несбалансированности рациона по энергии, протеину, а также из-за присутствия токсических компонентов.

Недостаточное количество протеина в кормах при выраженной потребности организма продуктивных животных в восстановительных процессах и обновлении тканей приводит к использованию собственных энергетических ресурсов, прежде всего гликогена, и сопровождается дистрофическо-дегенеративными изменениями, клинически проявляющимися снижением живой массы. Дефицит белка в организме высокопродуктивных коров — одна из причин патологий репродуктивной системы (мастит, эндометрита) и заболеваний конечностей.

В большинстве случаев патологические процессы при субклинической форме диспротеинемии у коров следует оценивать как адаптационно-компенсаторные, требующие коррекции рациона по переваримому протеину, а также применения патогенетических средств терапии. Необходимо более высокое содержание в кормах протеина, а также витаминов, макро- и микроэлементов, входящих в состав ферментных систем, регулирующих анаболические процессы.

Список литературы / References

- Омельчук А.И., Семенютин В.В., Крамарева И.А., Лавринова Е.В., Артюх В.М. Воспроизводительная функция у коров при разной продолжительности скармливания танамин Zn. *Международный вестник ветеринарии*. 2021;(3):141–146. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.141>
- Omelchuk AI, Semeniyutin VV, Kramareva IA, Lavrinova EV, Artyukh VM. Reproductive Function in Cows at Different Duration of Feeding Tanamine Zn. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2021;(3):141–146. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.141>
- Satoła A, Bauer EA. Predicting Subclinical Ketosis in Dairy Cows Using Machine Learning Techniques. *Animals*. 2021;11(7):2131. <https://doi.org/10.3390/ani11072131>
- Кулаченко И.В., Боcharов А.В., Чуева И.В. Клиническая интерпретация биохимических показателей крови коров при нарушениях белкового обмена. *Ветеринария*. 2023;(1):58–64. <https://doi10.30896/0042-4846.2023.26.1.58-62>
- Kulachenko IV, Bocharov AV, Chueva IV. Clinical Interpretation of Biochemical Blood Studies Results in Disorders of Cows' Protein Metabolism. *Veterinariya (Veterinary Medicine)*. 2023;(1):58–64. (In Russ.) <https://doi10.30896/0042-4846.2023.26.1.58-62>

4. Требухов А.В. Особенности нарушения обмена у телят, рождённых от коров, больных кетозом. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021;6(200):44–49.
- Trebukhov AV. The Features of Metabolic Disorders in Calves Born from Ketotic Cows. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2021;6(200):44–49. (In Russ.)
5. Nikitina A., Vasileva S., Vasilev R. et al. Study of Metabolic Processes in Cows with Hyperbilirubinemia in the Postpartum Period. *FASEB Journal*. 2022;36(S1):3431. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3431>
6. Therkildsen M. Muscle Protein Degradation in Bull Calves With Compensatory Growth. *Livestock Production Science*. 2005;98(3):205–218. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.05.008>
7. Гусаров И.В., Шутова М.В., Корельская Л.А., Смыслов В.М. Оценка биохимического статуса крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания. *Молочнохозяйственный вестник*. 2021;4(44):34–47. https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_34
- Gusarov IV, Shutova MV, Korelskaya LA, Smyslov VM. Assessment of Biochemical Blood Status of Highly Productive Cows Kept under Different Confinement Conditions. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik (Dairy Farming Bulletin)*. 2021;4(44):34–47. https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_34 (In Russ.)
8. Cocco R, Canozzi MEA, Fischer V. Rumination Time as an Early Predictor of Metritis and Subclinical Ketosis in Dairy Cows at the Beginning of Lactation: Systematic Review –Metaanalysis. *Preventive Veterinary Medicine*. 2021;189:105309. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105309>
9. Baymishev M, Eremin S, Plymyashov K, Baymishev K, Konopeltsev I, Nikitin G, et al. PSVII–17 Program Chair Poster Pick: Reproductive Function of Cows Depending on Lipid Metabolism. *Journal of Animal Science*. 2020;98(S4):293–294. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa278.529>
10. Самсонова Т.С., Сорокина С.А. Оценка динамики гематологических показателей крупного рогатого скота, характеризующих углеводно-белковый метаболизм. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2020;4:157–160.
- Samsonova TS, Sorokina SA. Assessment of Dynamics of Hematological Parameters of Cattle that Characterize Carbohydrate-Protein Metabolism. *Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2020;4:157–160. (In Russ.)
11. Baimishev M, Eremin S, Baimishev H, Plymyashov K, Nikitin G, Baimishev R. Blood Parameters and Reproductive Function of Highly Productive Cows Using an Organic Immunomodulatory Drug. *FASEB Journal*. 2021;35(S1):04994. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2021.35.S1.04994>
12. Новак М.Д., Енгашев С.В., Даугалиева Э.Х. Особенности адаптации крупного рогатого скота голштинской породы в Центральном регионе Российской Федерации и использование препарата «Айсидивит» для коррекции иммунного статуса и обменных процессов. *Ветеринарная патология*. 2009;(3(30)):101–104.
- Novak MD, Engashev SV, Daugalieva EK. Features of Adaptation of Holstein Cattle in the Central Region of the Russian Federation and the Use of the Drug “Isidivit” for the Correction of the Immune Status and Metabolic Processes. *Veterinary Pathology*. 2009; (3 (30)): 101–104. (In Russ.)
13. Симонов М.Р., Влизло В.В. Деякі показники катаболізму білка у крові корів при кетозі. *Біологія тварин*. 2013;15(3):120–124.
- Simonov MR, Vlizlo VV. Some Indicators of Protein Catabolism in the Blood of Cows in Ketosis. *Animal Biology*. 2013;15(3):120–124.
14. Леонов В.И., Костромицкий В.Н., Семенютин В.В., Василенко С.В. Некоторые показатели белкового обмена у коров–первотелок голштинской породы американской селекции в условиях Белгородской области. *Зоотехния*. 2012;(2):6–8.
- Leonov VI, Kostromitskii VN, Semenyutin VV, Vasilenko SV. Some Indices of Protein Metabolism at First-Calf Heifers of American Selection Holstein Breed in Belgorod Region Conditions. *Zootechniya*. 2012;(2):6–8. (In Russ.)
15. Федорова П.Н., Ощепкова О.Г. Гематологические и биохимические показатели крови у коров в сухостойный период при стойловом содержании. *Иппология и ветеринария*. 2020;(3(37)):184–190.
- Fedorova PN, Oschepkova OG. Hematological and Biochemical Blood Parameters in Cows in the Dry Period with Stall. *Hippology and Veterinary*. 2020;(3(37)):184–190. (In Russ.)
16. Lee HH, Kida K, Miura R, Inokuma H, Miyamoto A, Kawashima C, et al. Slow Recovery of Blood Glucose in Insulin Tolerance Test during the Prepartum Transition Period Negatively Impacts the Nutritional Status and Reproductive Performance Postpartum of Dairy Cows. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2012; 74(4): 457–464. <https://doi.org/10.1292/jvms.11-0302>
17. Plymyashov K., Korochkina E. Monitoring of Vitamin–Mineral Metabolism' Indicators in Cows of Different Period of Lactation. *FASEB Journal*. 2022;36(S1):3113. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3122>
18. Рязанцев М., Дуборезов В. Влияние уровня кормления на продуктивность и сервис-период молочных коров. *Комбикорма*. 2021;(6):70–72. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2021-06-3-141>

Ryazantsev M, Duborezov V. The Effect of the Feeding Level on Productivity and Service Period of Dairy Cows. *Kombikorma (Combined Feeds)*. 2021;(6):70–72. (In Russ.) <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2021-06-3-141>

19. Ha S, Kang S, Han M, Lee J, Chung H, Oh SI, et al. Predicting Ketosis during the Transition Period in Holstein Friesian Cows Using Hematological and Serum Biochemical Parameters on the Calving Date. *Scientific Reports*. 2022;12:853. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-04893-w>

20. Косолапов В.М., Григорьев Н.Г., Фицев А.И., Гаганов А.П. *Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров (рекомендации)*. Москва: ФГУ Российский центр сельскохозяйственного консультирования; 2008. 58 с.

Kosolapov VM, Grigoriev NG, Fitsev AI, Gaganov AP. *Organization of Complete Feeding of Highly Productive Cows (Recommendations)*. Moscow: Federal State Institution Russian Center for Agricultural Consulting; 2008. 58 p.

21. Васильева С.В., Конопатов Ю.В. *Клиническая биохимия крупного рогатого скота: учебное пособие*, 2-е изд. Санкт-Петербург: Издательство «Лань»; 2017. 188 с.

Vasilyeva SV, Konopatov YuV. *Clinical Biochemistry of Cattle: A Textbook*, 2nd Ed. Saint Petersburg: Lan Publishing House; 2017. 188 p.

Об авторах:

Михаил Дмитриевич Новак, доктор биологических наук, профессор кафедры эпидемиологии Рязанского государственного медицинского университета имени И.П. Павлова (390026, Российская Федерация, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9), [SPIN-код](#), [ORCID](#), peace100@mail.ru

Александра Ивановна Новак, доктор биологических наук, профессор кафедры микробиологии Рязанского государственного медицинского университета имени И.П. Павлова (390026, Российская Федерация, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9), [SPIN-код](#), [ORCID](#), marieta69@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

М.Д. Новак: разработка концепции, курирование данных, получение финансирования, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, научное руководство, написание рукописи – редактирование.

А.И. Новак: формальный анализ, проведение исследования, разработка методологии, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Mikhail D. Novak, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Epidemiology Department, Ryazan State Medical University Named after Academician I.P. Pavlov (9, Vysokovoltynaya Str., Ryazan, 390026, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), peace100@mail.ru

Aleksandra I. Novak, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Microbiology Department, Ryazan State Medical University Named after Academician I.P. Pavlov (9, Vysokovoltynaya Str., Ryazan, 390026, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), marieta69@mail.ru

Claimed Contributorship:

MD Novak: conceptualization, data curation, funding acquisition, project administration, resources, supervision, writing – editing.

AI Novak: formal analysis, investigation, methodology, validation, visualization, writing – original draft preparation.

Conflict of Interest Statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 24.10.2024

Поступила после рецензирования / Revised 25.11.2024

Принята к публикации / Accepted 29.11.2024

ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

PRIVATE ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, TECHNOLOGIES OF FEED PREPARATION AND PRODUCTION OF LIVESTOCK PRODUCTS



УДК [661.155.3+54-414]:639.3

Оригинальное теоретическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-52-66>

Использование кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве: обзор научной литературы

Ю.В. Киякова¹ , Е.П. Мирошникова¹ , А.Е. Аринжанов¹ , М.С. Мингазова^{1,2} ¹ Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Российская Федерация² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий

Российской академии наук, г. Оренбург, Российская Федерация

✉ fish-ka06@mail.ru

EDN: AYPMQP

Аннотация

Введение. Аквакультура в настоящее время признана наиболее интенсивно развивающейся отраслью сельского хозяйства. Снизить негативное влияние интенсификационных мероприятий на гидробионтов, повысить их иммунный статус позволяют разнообразные кормовые добавки. Особый интерес представляют добавки природного происхождения с сорбционными свойствами, экологически безопасные и не вызывающие привыкания. В качестве кормовых добавок с сорбционными свойствами для рыб используются гуминовые кислоты, цеолиты, алюмосиликаты, древесный уголь и др. Необходимо не только найти вещество с сорбционными свойствами, которое возможно использовать в качестве кормовой добавки, но и определить дозировку, взаимодействие с компонентами кормов и другими препаратами, безопасность. Как в зарубежной, так и в отечественной литературе имеющиеся публикации посвящены исследованиям, проведенным на отдельных видах гидробионтов, при включении определенных кормовых добавок с сорбционными свойствами в рацион в течение ограниченного периода времени. Обзоры исследований, в которых было бы проанализировано использование таких кормовых добавок в аквакультуре, в научной литературе не представлены. Цель данного обзора — обобщение литературных данных по результатам использования кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели проведен поиск статей, опубликованных с 2006 по 2023 гг., в базах данных eLIBRARY.RU, PubMed по данной теме с использованием ключевых слов: кормовые добавки в рыбоводстве, кормление рыб, кормовые добавки с сорбционными свойствами, древесный уголь, цеолиты, гуминовые кислоты, хитозан, кремнезем, опока в кормах для гидробионтов. В поиск включались только источники на русском и английском языках. Материал, прошедший скрининг, был проанализирован, систематизирован и представлен в виде таблицы, диаграммы и блок-схемы PRISMA.

Результаты исследования. В результате поиска в данный обзор вошли 55 статей. Информация систематизирована по тематическим блокам, связанным с веществами, используемыми в качестве кормовой добавки и обладающими сорбционными свойствами. Выявлено, что чаще всего в качестве сорбентов как для пресноводных, так и для морских рыб применяются: активная кормовая добавка из древесного угля, цеолиты, гуминовые кислоты, гуматы. Основные направления использования кормовых добавок с сорбционными свойствами — улучшение физиологических показателей организма рыб и повышение рентабельности производства. Реже, согласно литературным данным, природные сорбенты добавляют непосредственно в воду.

Обсуждение и заключение. Полученные в результате обзора обобщенные данные позволяют рассматривать кормовые добавки с сорбционными свойствами как перспективные с позиции потенциального внедрения в рыбоводную практику. Однако в многочисленных исследованиях, проведенных отечественными и зарубежными авторами, не установлены дозировки при включении в рацион большинства объектов рыбоводства сорбентов, мало изучен механизм их действия на рыб, нет информации по продолжительности и частоте использования кормовых

добавок с сорбционными свойствами в производственных условиях, отсутствуют достоверные данные по нетоксичности, синергизму или антагонизму при совместном использовании различных кормовых добавок. Это обуславливает необходимость проведения более масштабных работ в этом направлении.

Ключевые слова: кормовые добавки, кормление, сорбционные свойства, рыбоводство, древесный уголь, цеолиты, гуминовые кислоты, хитозан, кремнезем, опока, рыбопродуктивность, рентабельность выращивания, гематологические показатели

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 23–76–10054.

Для цитирования. Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Мингазова М.С. Использование кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве: обзор научной литературы. *Ветеринарная патология*. 2024;23(4):52–66. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-52-66>

Original Theoretical Research

Use of Feed Additives with Sorption Properties in Fish Farming: Literature Review

Yuliya V. Kilyakova¹ , Elena P. Miroshnikova¹ , Azamat E. Arinzhanov¹ , Marina S. Mingazova^{1,2} 

¹ Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

² Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation

✉ fish-ka06@mail.ru

Abstract

Introduction. Aquaculture is currently recognised as the most rapidly developing branch of agriculture. Various feed additives enable reduction of the negative impact of the production intensification measures on the hydrobionts and improve their immune status. The natural additives with sorption properties are of particular interest, they are environmentally friendly and cause no dependence. Humic acids, zeolites, aluminosilicates, charcoal, etc. are used as the sorption feed additives for fish. It is necessary not only to find a substance possessing the sorption properties that can be used as a feed additive, but also to determine its dosage, interaction with feed ingredients and other preparations, as well as its safety. The existing publications in the foreign and native scientific literature describe the research held in the certain hydrobionts species on inclusion in their diet of the certain sorption feed additives for a limited period of time. However, in the scientific literature, the review papers analysing the use of such feed additives in aquaculture are not available yet. The objective of the present review is to summarise the data available in the literature on the results of using the feed additives with sorption properties in fish farming.

Materials and Methods. To achieve the set objective, a search for the articles published on this topic in the period from 2006 to 2023 in the eLIBRARY.RU, PubMed databases was carried out by the keywords: feed additives in fish farming, fish feeding, feed additives with sorption properties, charcoal, zeolites, humic acids, chitosan, silica, opoka in the feed for hydrobionts. Only sources in Russian and English languages were included in the search. The papers that passed screening were analysed, systematized and presented in the form of a table, chart and PRISMA flow chart.

Results. The search yielded with 55 articles, which were included in this review. The information was systematized by the thematic units according to the substances used as feed additives and possessing the sorption properties. It was revealed that the most frequently used sorbents for both freshwater and marine fish were: active feed additive made of charcoal, zeolites, humic acids, humates. The main purposes for using the sorption feed additives were improving the physiological parameters of fish organisms and increasing the profitability of production. According to the literature sources, the natural sorbents were less often added directly to water.

Discussion and Conclusion. The summarised data obtained as a result of the review allow us to consider the feed additives with sorption properties as having a good perspective for implementation into fish farming. However, in the numerous studies conducted by the native and foreign authors, the dosages of sorbents included in the diet of the most of fish farming objects are not specified, the mechanism of their impact on fish is poorly studied, as well as there is no information on the duration and frequency of using the sorption feed additives in conditions of the industrial production, the reliable data on non-toxicity, synergism or antagonism of co-usage of the various feed additives is not available either. Thus, a more extensive work in this direction is required.

Keywords: feed additives, feeding, sorption properties, fish farming, charcoal, zeolites, humic acids, chitosan, silica, opoka, fish productivity, profitability of rearing, hematological indices

Funding Information. The work was carried out with the support of the Russian Science Foundation, project No. 23–76–10054.

For Citation. Kilyakova YuV, Miroshnikova EP, Arinzhanov AE, Mingazova MS. Use of Feed Additives with Sorption Properties in Fish Farming: Literature Review. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;23(4):52–66. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-52-66>

Введение. Рыба всегда являлась важным источником питания людей, обладая полным набором незаменимых аминокислот, ненасыщенных жирных кислот, витаминов группы В и минералов. Обеспечить возрастающие с каждым днем потребности населения земного шара в рыбной продукции под силу только аквакультуре [1, 2]. По данным ФАО (FAO, Food and Agriculture Organization — Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций) и Всемирной организации здравоохранения, аквакультура признана наиболее интенсивно развивающейся в настоящее время отраслью сельского хозяйства [3, 4]. Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 г. № 2798-р утверждена «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года», в которой прогнозируется увеличение объема производства продукции товарной аквакультуры в 3 раза к 2030 г. Для достижения этой цели выделены следующие основные направления: продвижение отечественных научных исследований в этой области, разработка методов повышения рентабельности производства и снижения потерь от болезней гидробионтов.

Товарное рыбоводство в общей структуре рыбохозяйственного комплекса России занимает незначительную часть, но при этом опережает по производству рыбы такие страны Европы, как Германия, Норвегия, Великобритания, Финляндия [5]. Получение больших объемов продукции в короткий срок с единицы площади возможно только при интенсификации технологии производства. Высокая плотность посадки, интенсивное кормление способствуют накоплению в рыбоводных емкостях органики, а следовательно, ухудшению гидрохимических параметров среды, что приводит к возникновению различных заболеваний рыб. Снизить негативное влияние интенсификационных мероприятий на гидробионтов и повысить их иммунный статус позволяют разнообразные кормовые добавки, среди которых особый интерес представляют добавки природного происхождения с сорбционными свойствами, экологически безопасные и не вызывающие привыкания [1, 3].

Использование ростостимулирующих препаратов в рыбоводстве, воздействующих на обмен веществ, воспроизводство, иммунитет, порой приводит к накоплению в организме рыб чужеродных веществ, которые в дальнейшем попадают в организм человека [6]. Актуальным вопросом остается не только выявление, но и своевременное выведение из организма рыб таких чужеродных веществ, как пестициды, антибиотики, тяжелые металлы, гормональные препараты [7].

Процесс поглощения одного вещества другим называется сорбцией. Еще Гиппократ дезинфицировал раны активированным углем. В Средневековье Авиценна в своих трудах описал метод выведения из организма токсинов с помощью сорбентов. В современной медицине и ветеринарии лечение разнообразных заболеваний путем связывания и выделения чужеродных веществ из организма сорбентами — энтеросорбция — получило широкое распространение. Различают несколько разновидностей сорбции: адсорбция, абсорбция, ионообмен и комплексобразование. Все они основаны на процессе поглощения или замещения ксенобиотиков, их нейтрализации и выведении из организма сорбентами. Сорбенты в итоге осуществляют детоксикацию организма, значительно уменьшают токсическую нагрузку на печень и почки, проводят чистку желудочно-кишечного тракта, снижают проницаемость кишечника для токсикантов, стабилизируют микробиocenоз кишечника [8, 9].

Сорбентами называют вещества, впитывающие токсины. В рыбоводстве сорбенты помогают очищать воду, улучшая санитарные условия среды, а попадая в организм, гидрат обеспечивает эффективную детоксикацию [10]. В качестве кормовых добавок с сорбционными свойствами для рыб используются гуминовые кислоты, цеолиты, алюмосиликаты, древесный уголь и др. Поиску наиболее эффективного сорбента для целей товарной аквакультуры уделяется большое внимание. Необходимо не только найти вещество-сорбент, которое возможно использовать в качестве кормовой добавки, но и определить дозировку, взаимодействие с компонентами кормов и другими препаратами, безопасность. Несмотря на интенсивное использование в рыбоводстве кормовых добавок с сорбционными свойствами, до сих пор мало изучен механизм их действия на рыб и отсутствует научно-обоснованная технология их применения.

Цель обзора — обобщение данных научной литературы по результатам применения кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели проведен поиск статей, опубликованных с 2006 по 2023 гг., в базах данных eLIBRARY.RU, PubMed по данной теме с ориентиром на заголовки и аннотации статей. Систематический поиск в библиографических базах данных выполнялся с использованием ключевых слов: кормовые добавки в рыбоводстве, кормление рыб, кормовые добавки с сорбционными свойствами, древесный уголь, цеолиты, гуминовые кислоты, хитозан, кремнезем, опока в кормах для гидробионтов. В поиск включались только источники на

русском и английском языках. Дублирующие статьи были исключены на этапе скрининга. Материал, прошедший скрининг, был проанализирован и систематизирован для каждого вещества с сорбционными свойствами, используемого в качестве кормовой добавки, и представлен в виде таблицы, диаграммы и блок-схемы PRISMA.

Результаты исследования. В целом, в результате поиска, проведенного во всех базах данных, было выявлено 90 источников по теме, из которых исключено 13 дублирующих источников, а 77 статей — отобраны

для дальнейшего анализа. После проверки заголовков и аннотаций было удалено 4 источника. Потенциально подходящие полные тексты ($n=73$) были загружены в облачное хранилище и изучены всеми экспертами, чтобы убедиться в их актуальности. После данного этапа еще 18 публикаций были исключены. В результате 55 максимально релевантных тематике статей были окончательно отобраны для включения в обзор. Краткое изложение процесса проверки показано на блок-схеме PRISMA (рис. 1).

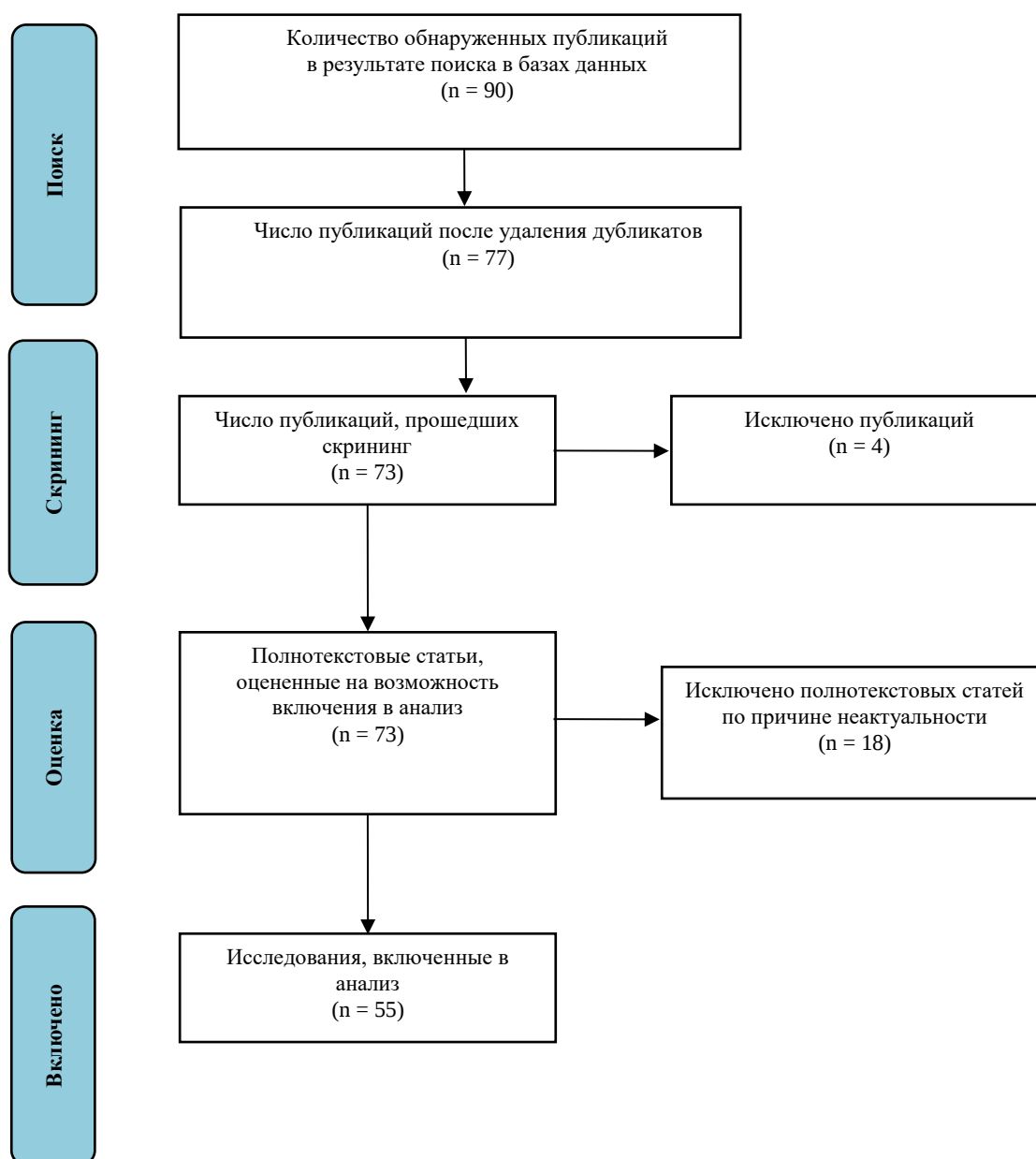


Рис. 1. Блок-схема PRISMA по результатам поиска публикаций

Обобщенные литературные данные по результатам использования кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве представлены в таблице 1.

Таблица 1

Литературные источники с результатами использования кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве

ФИО автора, ссылка на источник в списке литературы	Используемая кормовая добавка	Процентное соотношение кормовой добавки в корме	Вид гидробионтов	Основные оцениваемые показатели
Максим Е.А. и др. [10] Чернышов Е.В. и др. [11] Остренко К.С. и др. [12] Чернышов Е.В. и др. [13]	Активная угольная кормовая добавка (АУКД) Пелоидно-угольная кормовая добавка	0,1 %, 0,2 % и 0,5 % АУКД от массы корма 3,0 % от массы корма	Шип	Масса рыбы, выход тушек, кормовой коэффициент, затраты кормов, коэффициент упитанности, гистоморфологическая структура внутренних органов, уровень содержания тяжелых металлов
Firdus F. и др. [14, 15]	Активированный уголь	от 0 до 3 % от массы корма	Гигантский каранкс	Рост, выживаемость, морфологическая структура внутренних органов
Abd El-hameed S.A.A. и др. [16]	Активированный уголь	14,3 г на 1 кг корма	Нильская тилипия	Выживаемость, биохимические показатели крови
Elhetawy A.I.G. и др. [17]	Активированный уголь	1–2 % на 1 кг корма	Лаврак	Рост, уровень содержания тяжелых металлов в мышцах и внутренних органах, уровень иммунитета
Wu C.C. и др. [18]	Активированный уголь	Активированный уголь в составе фильтра	Данио	Микробиом кишечника
Ju K. и др. [19]	Древесный уголь и бамбуковый уксус	1 и 2 % на 1 кг корма	Вьюн	Рост, выживаемость, микробиом кишечника
Jiang F. и др. [20]	Бамбуковый древесный уголь	2–3 г на 1 кг корма	Тупорылый черный лещ	Рост, иммунитет, активность ферментов
Elhetawy A.I.G. и др. [17]	Активированный древесный уголь	10 г на 1 кг корма	Европейский сибас	Рост, эффективность кормления, содержания тяжелых металлов в организме, гистоморфологическая структура внутренних органов
Dawood M.A.O. и др. [23] Aly S.M. и др. [24] Ismael N.E.M. и др. [25]	Хитозан	1–2 г на 1 кг корма	Кефаль-головач, нильская тилипия	Рост, эффективность кормления, показатели крови, морфологическая структура кишечника
Лапин А.А. и др. [26]	Нанодисперсный кремнезем	0,2 % в воде, 0,25 % в корме	Дафнии, гуппи	Физиологические процессы
Васюкевич Т.А. и др. [27]	Ферроцин — комплекс солей железогексацианоферрата калия (в количестве 5%) и железогексацианоферрата (в количестве 95%) в форме мелкодисперсного порошка	1 % от массы корма	Сиг обыкновенный	Безопасность кормов
Матвеева А.Ю. [28]	Цеолиты	1,5 % от массы корма	Карп	Физиологические процессы, гематологические показатели
Поляков А.Д. и др. [29]	Цеолиты	Замена 4 % пшеницы на 4 % пегасина (цеолитовый туф)	Карп	Рост, себестоимость корма
Баканева Ю.М. и др. [30, 31] Ропомарев S.V. и др. [32]	Опока	3 %, 6 % от массы корма	Гибрид «русский осетр × ленский осетр»	Рост, выживаемость

Ширина Ю.М. и др. [33] Котельников А.В. и др. [34]	Минеральная добавка «Цеолит» на основе опоки	3 % от массы корма	Австралийский красноклешневый карп	Рост, выживаемость, эффективность кормления, морфологическая структура внутренних органов
Vasiliev A.A. [42] Manieson V.E. и др. [43]	Биологически активная добавка «Reasil®Humic Vet» с гуминовыми кислотами	2 мл на 1 кг корма	Клариевый сом	Рост, эффективность кормления
Ермаков М.Д. [44]	Биологически активная добавка «Reasil®Humic Vet» с гуминовыми кислотами	1,0 г на 1 кг корма	Осетровые	Рентабельность выращивания, микробиом кишечника, выживаемость, продуктивность, иммунитет
Туренко О.Ю. и др. [45] Васильев А.А. и др. [46] Guseva Y.A. и др. [47]	Биологически активная добавка «Reasil®Humic Vet» с гуминовыми кислотами	1,0 г препарата на 1,0 кг комбикорма при навеске рыбы от 50,0 до 600,0 г и 1,5 г препарата на 1,0 кг комбикорма при навеске от 600,0 г до 1000,0 г	Ленский осетр	Рентабельность выращивания
Prokešová M. и др. [48]	Гуминовые кислоты	3 % от массы тела	Клариевый сом	Биохимические показатели крови
Жилякова Т.П. и др. [49] Yamin G. И др. [50]	Кормовая добавка «Гумитон» (с содержанием 1% гуминовых кислот и 0,32% фульвокислот, макроэлементов (кальций), микроэлементов (железо, магний, медь, цинк), шестнадцати аминокислот)	0,005 % от массы корма	Карп	Выживаемость, рост, иммунитет
Васильев А.А. [51] Коровушкин А.А. и др. [52]	Добавка «Reasil®Humic Health» с гуминовыми кислотами	2 г на 100 кг массы рыбы	Карп	Рост
Макеенко А.А. [53] Лиштван И.И. и др. [54]	Гуматсодержащие остатки	600 кг/га	Карп	Рыбопродуктивность

Активированный уголь, производимый из древесного угля, очень пористый материал, с большой адсорбционной способностью поглощать разнообразные вещества, бактерии, ядовитые токсические вещества. В рыбоводстве нашла применение активная угольная кормовая добавка (АУКД) — экологически чистая, так как производится из отходов древесины. Для нее характерна адсорбционная избирательность, сохраняющая активность макро- и микроэлементов, витаминов как в организме животных, так и в кормах. В кормлении теплокровных животных добавка хорошо показала себя как адсорбент микотоксинов [6]. При проведении исследований на шипе (*Acipenser nudiiventris* (Lovetsky, 1828)) в основной рацион вводили 0,1 %, 0,2 % и 0,5 % АУКД от массы корма. В экспериментальных группах, получавших угольную добавку в дозировке 0,2 % и 0,5 %, наблюдалось достоверное увеличение массы годовиков шипа на 10,2 % и 9,9 % и выход тушек на 3,5 % и 4,3 % соответственно. Кормовой коэффициент снизился на 11,3 % и 10,6 %, затраты кормов — до 11,3 %, а коэффициент упитанности повысился на 6,9 % и 6,8 %. В результате гистоморфологического анализа печени рыб выявлено, что добавление АУКД приводит к нейтрализации токсических веществ, более активному белковому обмену и положительно сказывается на морфологической и клеточной

структуре печени [10, 11]. Кроме того, уровень содержания ртути, кадмия, свинца в гомогенате мышц шипа снизился в этих же группах в 1,5–2,5 раза, при этом выведения кальция и фосфора из организма не происходит [12]. В результате дальнейших исследований этой же группой авторов при разработке кормовой биологически активной добавки на основе озерных илистых отложений, включающих в свой состав АУКД, были получены следующие данные: пелоидно-угольная кормовая добавка на основе донных отложений озера Ханского (93 %) (Ейский район Краснодарского края) с содержанием активированного угля (7,0 %) в количестве 3,0 % от массы корма способствовала повышению массы молоди шипа на 10,7 %, при снижении кормового коэффициента на 19,2 % [13].

Группа учёных под руководством Firdus F. зафиксировала, что включение в рацион гигантского каранкса (*Caranx ignobilis*) активированного угля в дозировках от 0 до 3 % на протяжении 42 дней стимулирует рост и повышает выживаемость рыб, при этом наилучший результат был при концентрации 2 % активированного угля в рационе. Так же было выявлено, что древесный уголь в рационе каранкса оказывает благоприятное воздействие на фовеолярные клетки желудка и на длину и ширину ворсинок кишечника [14, 15].

Результаты эксперимента на нильской тилапии (*Oreochromis niloticus*) показали, что дополнительное применение активированного угля в рационе рыб, подвергшихся воздействию сельскохозяйственного пестицида имидаклоприда, способствовало повышению выживаемости до 100 %, а также снижению уровня глюкозы и активности малонового диальдегида в сыворотке крови при добавлении в рацион 14,3 г/кг корма активированного угля. Кормовая добавка в данном исследовании рекомендована для снижения негативного воздействия на организм нильской тилпии сублетальной концентрации пестицида [16]. При использовании в кормлении лаврака (*Dicentrarchus labrax*) активированного угля (1–2 %) исследователи отметили повышение роста при снижении уровня аммиака и содержания токсических металлов (медь, кадмий, железо, марганец и цинк) в воде, мышцах и внутренних органах рыб. Также было установлено улучшение пищеварительных ферментов и иммунитета [17]. Активированный уголь способствует заселению полезной микрофлоры в кишечнике данио (*Danio rerio* (Hamilton, 1822)) [18].

Лу К. совместно с коллегами описали в 2023 г. применение пищевой добавки на основе бамбукового уксуса и порошка древесного угля в кормлении вьюна (*Paramisgurnus dabryanus*). Установлено, что включение добавки (дозировка 1 и 2 %) в рацион положительно влияло на выживаемость и показатели роста рыб (увеличение по приросту массы в 1,13–1,14 раза, удельной скорости роста — в 1,04 раза) при низком коэффициенте конверсии корма. Кроме того, учёные выявили действие сорбционной добавки на микробиоту кишечника: снижалось содержание патогенных организмов (*Aeromonas veronii* и *Escherichia coli*) при увеличении полезных (*Lactococcus raffinolactis* и *Faecalibacterium prausnitzii*) [19].

Применение бамбукового древесного угля в кормлении тупорылого черного леща (*Megalobrama amblycephala*) в дозировке 2–3 г/кг корма оказывает положительное действие на прирост, иммунитет и антиоксидантные ферменты рыб [20]. Европейский сибас (*Dicentrarchus labrax*), получавший в качестве кормовой добавки активированный древесный уголь в дозировке 10 г/кг корма, после 120 дней эксперимента демонстрировал наибольший конечный вес (171,9 г), при этом отмечался низкий коэффициент конверсии корма (1,25) и выведение из организма рыб аммония и тяжелых металлов. Кроме того, на гистологических срезах наблюдалось увеличение антиоксидантной активности, улучшение работы печени, почек, селезенки [17].

Перспективными адсорбентами являются препараты в наноформе за счёт их всестороннего действия на организм гидробионтов [21]. Так, наночастицы хитозана показали высокие адсорбционные способности, а также биосовместимость, нетоксичность и антибак-

териальные качества [22]. Включение наночастиц хитозана в кормление кефали-головач (*Liza ramada*) в дозировках 1–2 г/кг корма на протяжении 8 недель оказали ростостимулирующее действие на рыб при понижении коэффициента конверсии корма и улучшении гематологических параметров. При этом установлено положительное влияние на кишечник: морфометрический анализ выявил значительное увеличение высоты и ширины ворсинок кишечника и количества бокаловидных клеток в группах, получавших хитозан [23]. Подобный результат был получен и при использовании наночастиц хитозана в кормлении нильской тилпии [24, 25].

В исследовании Лапина А.А. с соавторами нанодисперсный кремнезём, полученный из термальных вод, оказывал положительное влияние на физиологические процессы гидробионтов (дафнии (*Daphnia magna* Straus) и гуппи (*Poecilia reticulata*)), увеличивая массу переносимого кислорода при содержании кремнезёма в воде до 0,2% (дафнии) и введении в корм до 0,25% (гуппи). Нанодисперсный кремнезём позволил также защитить корма от плесневых грибов, выделяющих токсины [26].

Эффективными сорбентами в отношении радионуклидов цезия, марганца, рубидия, таллия, кобальта являются ферроцианидсодержащие препараты. В рыбоводстве для этих целей можно использовать ферроцин — комплекс солей железо-гексацианоферрат калия (в количестве 5%) и железо-гексацианоферрат (в количестве 95 %) в форме мелкодисперсного порошка. При ведении рыбоводства на загрязнённых территориях ферроциновая добавка в кормах (1 % от массы корма) для сеголетков и годовиков сига обыкновенного (*Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758)) может обеспечить получение безопасных в радиационном отношении кормов, загрязнённых цезием более чем на 99 %. Ферроцин совместно с альгинатами калия и магния (3,4%, для снижения накопления стронция в организме) позволяет увеличить допустимую удельную активность стронция в кормах в 2 раза (содержание кальция в кормах к альгинатам 1:4) [27].

Благодаря специфической структуре цеолиты являются натуральными энтеросорбентами тяжёлых металлов, радионуклидов, аммиачного азота, токсических веществ. Они эффективно снижают воспалительные процессы в организме, улучшают работу кровеносной системы. Помимо сорбционных свойств, для цеолитов характерны ионообменные, пролонгирующие, селективные свойства, обеспечивающие усиление очень многих важных функций организма. Кроме того, цеолиты оказывают влияние на окисление витамина С, усиливая процесс в 5–8 раз в зависимости от концентрации его в воде. Антиоксидантные свойства цеолитов помогают увеличивать срок годности кормов, их лёжкость [1]. Матвеева А.Ю. рекомендует использовать минеральную добавку «Баймакские цеолиты» в процентном соотношении 1,5 % от количества корма для улучшения гематологических и физиологических

показателей организма рыб. Так, у сеголетков карпа (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)), получавших цеолиты с кормом в указанном количестве, содержание гемоглобина возросло на 12 %, глюкозы на 8 %, количество эритроцитов увеличилось на 4 % [28].

Цеолиты в исследованиях отечественных ученых служат не только кормовой добавкой, но и заменяют некоторые компоненты комбикормов. Так, при замене в рецепте корма ГосНИОРХ марки 12–80 (комбикорм данной рецептуры предназначен для выращивания в теплой воде карпов массой от 1 до 40 г) 4 % пшеницы на 4 % пегасина (цеолитовый туф Пегасского месторождения) возросла скорость массонакопления молоди карпа на 14 % по сравнению с контролем, себестоимость корма была на 7,4 % ниже комбикорма классического рецепта [29]. Внесение цеолитов не только в корма, но и непосредственно в воду способствует снижению заболеваемости микотоксикозами, уменьшению микотоксинов в печени, а также ртути, мышьяка, свинца, ГХИГ, ДДТ в мышцах рыб благодаря активизации обменных процессов, удалению из воды азотсодержащих соединений (аммиака, нитратов и нитритов) [1].

Опока — природный материал, разновидность цеолитов, состоящий из оксидов кремния, алюминия, железа, титана, калия, натрия, магния, силикат иона. При добавлении в корма в количестве 3 % абсолютный прирост годовиков гибрида «русский осетр × ленский осетр» (*Acipenser güldenstädtii* × *Acipenser baeri* (Brandt, 1869)) составил 114,4 % (т. е. на 14,4 % выше контроля) в течение 45 суток при выживаемости 100 % и физиологических показателях в пределах нормы. Повышение количества опоки в комбикорме до 6 % способствовало в то же время снижению прироста гибрида на 9,2 % по сравнению с опытной группой, получавшей в качестве кормовой добавки опоку в количестве 3 % [30–32]. Те же дозировки комплексной минеральной добавки «Цеолит» на основе природной опоки в кормах австралийского красноклещевого рака (*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868)) способствовали приросту массы тела на 0,9 г и 0,8 г, коэффициент массонакопления увеличился на 0,0123 ед. и 0,0108 ед., кормовой коэффициент снизился с 1,5 до 1,3 [33]. У сеголетков чешуйчатого карпа (*Cyprinus carpio carpio*) прирост за 45 суток эксперимента составил 53 % при абсолютной выживаемости на рационе с включением 3% опоки в качестве минеральной добавки. Патологических изменений в строении внутренних органов при этом не происходило [34].

Гуминовые кислоты в качестве сорбентов весьма успешно используются в растениеводстве [35], птицеводстве [36], животноводстве [37], могут быть перспективны и в рыбоводстве. Эти соединения входят в состав гумуса — высокомолекулярного природного органического соединения, образующегося при отмирании и последующем разложении животных и растений. Гуминовые кислоты выделяют из торфа, почвы и

бурого угля [38]. Они оказывают не только ростостимулирующий эффект, повышают иммунитет, ускоряют метаболизм, но и обладают сорбционными свойствами. Эти соединения связывают тяжелые металлы, микотоксины: дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон, охратоксин А, афлатоксин В1, фузариозин В1 [39–41]. Благодаря значительному количеству витаминов, аминокислот, минеральных компонентов в составе, гуминовые кислоты перспективны в качестве кормовой добавки. При включении в рацион мальков клариевого сома (*Clarias gariepinus*) 2 мл биологически активной добавки «Reasil®Humic Vet» с гуминовыми кислотами прирост массы за 126 дней опыта составил 121,3 % (т. е. на 21,3% выше контроля), кормовой коэффициент был ниже на 0,08 ед. по сравнению с контролем, затраты корма снизились на 7,1 % [42, 43]. В исследовании Ермакова М.Д. биологически активная кормовая добавка «Reasil®Humic Vet» на основе гуминовых кислот в дозировке 1,0 г на 1 кг комбикорма способствовала повышению рентабельности выращивания осетровых на 11,48 % по сравнению с контрольной группой. Оказывая положительное влияние на развитие полезной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, поглощая опасные для организма вещества, кормовая добавка с гуминовыми кислотами таким образом снизила смертность, повысила уровень неспецифической резистентности и продуктивности [44].

Туренко О.Ю. с соавторами рекомендуют для повышения экономической эффективности товарного выращивания ленского осетра в промышленных условиях использовать кормовую добавку «Reasil®Humic Health» на основе немодифицированных микропористых гуминовых кислот из леонардита в дозировках 1,0 г препарата на 1,0 кг комбикорма при навеске рыбы от 50,0 до 600,0 г и 1,5 г препарата на 1,0 кг комбикорма при навеске от 600,0 г до 1000,0 г [45]. Уровень рентабельности производства в течение 210 суток выращивания ленского осетра (*Acipenser baerii* (Brandt, 1869)) был выше на 9,3 % в опытной группе, получавшей основной рацион с включением «Reasil®Humic Health». Затраты на корм в опытной группе оказались ниже на 4,1 % благодаря стимуляции гуминовыми кислотами выработки ферментов. Кроме того, доказано, что гуминовые кислоты способствуют развитию лактобактерий в кишечнике рыб, при этом ограничивая, благодаря сорбционным свойствам, рост колибактерий. Таким образом, гуминовые кислоты можно считать естественными заменителями антибиотиков [46, 47]. Гуминовые кислоты из сибирского леонардита в дозировке 3 % от массы тела клариевого сома оказали положительное влияние на биохимические показатели крови [48].

Жилякова Т.П. в своей работе рекомендует при выращивании карпа (*Cyprinus carpio*, (Linnaeus, 1758)) применение кормовой добавки «Гумитон» (с содержанием 1 % гуминовых кислот и 0,32 % фульвокислот, макроэлемен-

тов (кальций), микроэлементов (железо, магний, медь, цинк), шестнадцати аминокислот). Дозировка 0,005 % «Гумитона» от массы корма повысила выживаемость молоди карпа на 12,2–16,6 %, обеспечила прибавку живой массы на 68,2–69,0 %, увеличение длины — на 54,7–69,5 %, эффективность набора массы — на 2,36–2,39 мг/объект/сутки, по сравнению с контролем. Комплекс гуминовых и фульвокислот стимулировал антиоксидантную и иммуномодулирующую активность организма, выступая синергистом в «Гумитоне» [49, 50].

Соли гуминовых кислот — гуматы — используют в агрономии для рекультивации и восстановления почв, при буровых работах, в строительстве, медицине, а также в сельском хозяйстве. В состав гуматов входят аминок-, фульво-, гиматомелановые кислоты, полисахариды, пептиды, ферменты, макро- и микроэлементы. Гуматы представлены в легкодоступной для животных форме, поэтому выступают природными стимуляторами роста, продуктивности, обменных процессов [51]. Коровушкин А.А. с коллегами разработали рацион с добавкой «Reasil®Humic Health» (2 г на 100 кг живой массы рыбы), содержащей немодифицированные микропористые гуминовые кислоты. При кормлении сеголетков карпа в течение 30 суток в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) средняя масса в опытной группе, по сравнению с контрольной, была выше на 23,7 %, среднесуточный прирост — на 39,7 %, что выгодно хозяйствам, занимающимся прудовой аквакультурой [52].

В процессе создания гуминовых препаратов путем химической деструкции торфа образуются остатки — непрогидролизированный либо неокисленный остаток торфа. Гуматсодержащие остатки по своему химическому составу близки к гуматам и обладают теми же свойствами [53]. Группа ученых из Беларуси предложили использовать гуматсодержащие отходы для повышения продуктивности прудов за счет улучшения естественной кормовой базы (количества фито- и зоопланктона). При дозе внесения в пруды 600 кг/га гуматсодержащих отходов рыбопродуктивность на 17 % оказалась выше нормативной для выростных прудов и на 12 % — для нагульных карповых прудов [54].

Обсуждение и заключение. В результате обзора научных исследований за последние два десятилетия по использованию кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве было выявлено, что чаще всего в качестве сорбентов применяются: активная кормовая добавка из древесного угля, цеолиты, гуминовые кислоты, гуматы. Причем эти соединения могут использоваться как для пресноводных, так и для морских рыб. Графически процентное количество работ, в которых доказана эффективность применения тех или иных кормовых добавок с сорбционными свойствами, представлено в виде диаграммы (рис. 2). Основные направления применения кормовых добавок с сорбционными свойствами — улучшение физиологических показателей организма рыб и повышение рентабельности производства.

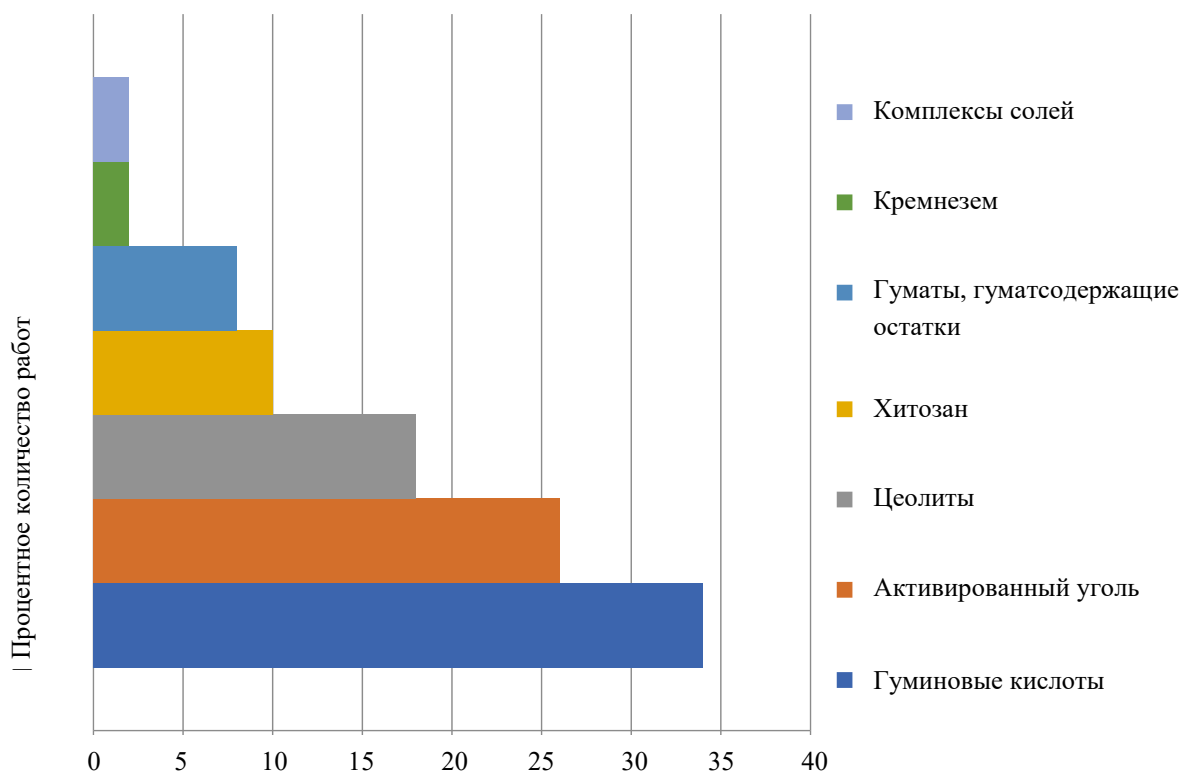


Рис. 2. Количество работ из обзора, в которых доказана эффективность кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве, %

Активная угольная кормовая добавка, а также пеллоидно-угольная кормовая добавка показали хорошие результаты при добавлении в рацион молоди шипа: зарегистрировано увеличение массы, снижение кормового коэффициента и затрат на корма. Гистоморфологические исследования выявили активный белковый обмен и улучшение клеточной структуры печени шипа [10–13]. Включение в рацион гигантского каранкса АУКД стимулировало повышение выживаемости и состояние желудочно-кишечного тракта [14, 15]. Снижение уровня токсикантов (тяжелые металлы, аммиак, пестициды) в организме рыб, положительное влияние на микробиом кишечника и антиоксидантные ферменты — также результат действия угольной добавки [11, 13, 16–20].

Цеолиты признаны натуральными энтеросорбентами тяжелых металлов, радионуклеидов, аммиачного азота. Кроме того, эти соединения оказывают влияние на окисление витамина С, увеличивают срок годности кормов, их лёжкость, могут заменить некоторые компоненты комбикормов, уменьшив таким образом их себестоимость [28, 29]. Внесение цеолитов непосредственно в воду способствует снижению заболеваемости микотоксикозами и удалению из воды азотсодержащих соединений (аммиака, нитратов и нитритов) [1]. Улучшение физиологических и гематологических показателей зафиксировано при включении цеолитов в рацион карпа, осетровых, австралийского красноклещевого рака [28, 30–34].

Кормовые добавки на основе гуминовых кислот рекомендуют для активации роста, повышения рентабельности производства и естественной рыбопродуктивности прудов [38–54].

Сорбционные свойства хитозана, кремнезема, комплексов некоторых солей также нашли применение в аквакультуре. Хитозан, кремнезем в наноформе — биологически активные сорбенты, оказывающие антибактериальный, ростостимулирующий эффект на организм рыб и защищающие комбикорма от заселения плесневых грибов [21–26].

Комплекс солей железо-гексацианоферрат калия (в количестве 5 %) и железо-гексацианоферрат (в количестве 95 %) в форме мелкодисперсного порошка эффективно снижает радионуклеиды цезия, марганца, рубидия, талия, кобальта в кормах для рыб [27].

Применение кормовых добавок с сорбционными свойствами в аквакультуре в настоящее время является весьма актуальным и перспективным. Их можно использовать для профилактики заразных и незаразных болезней рыб, ускорения роста и снижения кормовых затрат в рыбоводстве, получения экологически чистой продукции гидробионтов. Для повышения продуктивности прудов и очищения воды в рыбоводных емкостях от токсических веществ возможно также внесение природных сорбентов непосредственно в воду. Вещества с сорбционными свойствами являются дешевым и доступным материалом.

Несмотря на многочисленные исследования, проведенные как отечественными, так и зарубежными авторами, дозировки при включении в рацион большинства объектов рыбоводства сорбентов не установлены, мало изучен механизм их действия на рыб. Также нет информации по продолжительности и частоте использования кормовых добавок с сорбционными свойствами в производственных условиях. В то же время масштабное развитие аквакультуры и необходимость получения в короткие сроки больших объемов рыбной продукции создают основания для поиска новых веществ, положительно влияющих на рост и жизнедеятельность рыб. Это обуславливает необходимость проведения более масштабных работ в этом направлении, касающихся разработки рационов для основных объектов аквакультуры с учетом возраста и различных условий выращивания, получения достоверных данных по безопасности и отсутствию токсического эффекта при включении в рацион, синергизму или антагонизму при совместном использовании различных кормовых добавок.

Список литературы / References

1. Федотов А.А., Алтухов Н.М., Жуков И.В. Эффективность цеолитов при выращивании рыбы в искусственных водоемах. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2012;(1(32)):77–79.
Fedotov AA, Altukhov NM, Zhukov IV. Efficacy of Zeolites in Fish Breeding in Artificial Water Reservoirs. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2012;1(32):77–79. (In Russ.)
2. Fiorella KJ, Okronipa H, Baker K, Heilpern S. Contemporary Aquaculture: Implications for Human Nutrition. *Current Opinion in Biotechnology*. 2021;70:83–90. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2020.11.014>
3. Удинцев С.Н., Жилиякова Т.П. Применение препаратов на основе гуминовых соединений в аквакультуре. *Рыбное хозяйство*. 2016;(2):82–86.
Udintsev SN, Zhilyakova TP. The Use of Humic Compounded Preparations in Aquaculture. *Fisheries*. 2016;2:82–86. (In Russ.)
4. Naylor RL, Hardy RW, Buschmann AH, Bush SR, Cao L, Klinger DH, et al. A 20-Year Retrospective Review of Global Aquaculture. *Nature*. 2021;591:551–563. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>
5. Valladão GM, Gallani SU, Pilarski F. Phytotherapy as an Alternative for Treating Fish Disease. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 2015;38(5):417–428. <https://doi.org/10.1111/jvp.12202>

6. Canham R, Gonzales-Prieto AM, Elliott JE. Mercury Exposure and Toxicological Consequences in Fish and Fish-Eating Wildlife from Anthropogenic Activity in Latin America. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2021;17(1):13–26. <https://doi.org/10.1002/ieam.4313>
7. Connolly M, Martinez-Morcillo S, Kalman J., Navas J-M, Bleeker E, Fernández-Cruz M-L. Considerations for Bioaccumulation Studies in Fish with Nanomaterials. *Chemosphere*. 2023;312(Pt.1):137299. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137299>
8. Архипская Е.В., Якушкин И.В. Практическое значение и эффективность применения энтеросорбентов в животноводстве. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*. 2016;(S2):16.
Arhitskaya EV, Yakushkin IV. The Practical Significance and Efficiency of Applying the Chelators in Animal Husbandry. *Ehlektronnyi nauchno-metodicheskii zhurnal Omskogo GAU (Electronic scientific and methodological journal of Omsk State Agrarian University)*. 2016;(S2):16. (In Russ.)
9. Калайда А.А. Влияние энтеросорбентов на окисление витамина С. В: *Материалы XIV Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения». В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова*. Казань: Казанский государственный энергетический университет; 2019. С. 356–366.
Kalaida AA. Influence of Enterosorbents on Vitamin C Oxidation. In: *Proceedings of the XIV International Youth Scientific Conference “Tinchurin Readings”. In 3 Vol.* Abdullazyanov EYu (Ed.). Kazan: Kazan State Power Engineering University; 2019. P. 356–366. (In Russ.)
10. Максим Е.А., Юрина Н.А., Данилова А.А. Способ повышения роста и развития молоди рыбы. В: *Материалы II Национальной научно-практической конференции «Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны»*. Санкт-Петербург: ООО "ЦеСАин"; 2017. С. 126–133.
Maksim EA, Yurina NA, Danilova AA. Method of Increasing the Growth and Development of Young Fish. In: *Proceedings of the II National Scientific and Practical Conference “State and Ways of Development of Aquaculture in the Russian Federation in the Context of Import Substitution and Food Security of the Country”*. Saint Petersburg: “TseSAin” Publ. LLC; 2017. P. 126–133. (In Russ.)
11. Чернышов Е.В., Тлецерук И.Р., Юрина Н.А. Повышение роста молоди рыб при помощи кормовых добавок. *Новости науки в АПК*. 2018;(2–1(11)):494–496. <https://doi.org/10.25930/v48r-2r57>
Chernyshov EV, Tletseruk IR, Yurina NA. Increasing the Growth of Young Fish Using Fodder Additives. *Novosti nauki v APK (Agribusiness Science News)*. 2018;2–1(11):494–496. (In Russ.) <https://doi.org/10.25930/v48r-2r57>
12. Остренко К.С., Юрина Н.А., Чернышов Е.В., Овчарова А.Н. Использование сорбционной кормовой добавки в кормлении молоди рыб. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2020;3:98–105. <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.3.98-105>
Ostrenko KS, Yurina NA, Chernyshov EV, Ovcharova AN. Use of Sorption Feed Additive in the Feeding of Young Fish. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Problems of Productive Animal Biology)*. 2020;3:98–105. (In Russ.) <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.3.98-105>
13. Чернышов Е.В., Тлецерук И.Р., Юрина Н.А., Максим Е.А. Влияние скармливания сорбента в составе комбикорма на химический состав тела молоди осетровых рыб и содержание в нем тяжелых металлов. *Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии*. 2017;6(1):257–262.
Chernyshov EV, Tletseruk IR, Yurina NA, Maxim EA. Effect of the Sorbent in Composition of the Compound Feed on Chemical Composition of Young Sturgeon Body and Content of Heavy Metals. *Collection of Scientific Papers of Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine*. 2017;6(1):257–262. (In Russ.)
14. Firdus F, Samadi S, Muhammadar AA, Sarong MA., Muchlisin ZA, Sari W, et al. Supplementation of Rice Husk Activated Charcoal in Feed and its Effects on Growth and Histology of the Stomach and Intestines from Giant Trevally, *Caranx Ignobilis*. *F1000Research*. 2021;9:1274. <https://doi.org/10.12688/f1000research.27036.2>
15. Firdus F, Samadi S, Muhammadar AA, Sarong MA, Muchlisin ZA, Sari W, et al. Gut and Intestinal Biometrics of the Giant Trevally, *Caranx Ignobilis*, Fed an Experimental Diet with Difference Sources of Activated Charcoal. *F1000Research*. 2020;9:444. <https://doi.org/10.12688/f1000research.23788.2>
16. Abd El-hameed SAA, Negm SS, Ismael NEM, Naiel MAE, Mohamed Mohamed Soliman MM, Shukry M, et al. Effects of Activated Charcoal on Growth, Immunity, Oxidative Stress Markers, and Physiological Responses of Nile Tilapia Exposed to Sub-Lethal Imidacloprid Toxicity. *Animals*. 2021;11(5):1357. <https://doi.org/10.3390/ani11051357>
17. Elhetawy AIG, Abdel-Rahim MM, Sallam AE, Shahin SA, Lotfy AMA, El Basuini MF. Dietary Wood and Activated Charcoal Improved Ammonium Removal, Heavy Metals Detoxification, Growth Performance, Blood Biochemistry, Carcass Traits, and Histopathology of European Seabass. *Aquaculture Nutrition*. 2023;2023(1):8860652. <https://doi.org/10.1155/2023/8860652>

18. Wu CC, Connell M, Zarb A, Akemann C, Morgan S, McElmurry SP, et al. Point-of-Use Carbon-Block Drinking Water Filters Change Gut Microbiome of Larval Zebrafish. *Environmental Microbiology Reports*. 2022;14(4):655-663. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.13077>
19. Ju K, Kil M, Ri S, Kim T, Kim J, Shi W, et al. Impacts of Dietary Supplementation of Bamboo Vinegar and Charcoal Powder on Growth Performance, Intestinal Morphology, and Gut Microflora of Large-Scale Loach *Paramisgurnus dabryanus*. *Journal of Oceanology and Limnology*. 2023;41:1187–1196. <https://doi.org/10.1007/s00343-022-1412-y>
20. Jiang F, Lin Y, Miao L, Hao J. Addition of Bamboo Charcoal to Selenium (Se)-Rich Feed Improves Growth and Antioxidant Capacity of Blunt Snout Bream (*Megalobrama amblycephala*). *Animals*. 2021;11(9):2585. <https://doi.org/10.3390/ani11092585>
21. Collado-González M, Esteban MA. Chitosan-Nanoparticles Effects on Mucosal Immunity: A Systematic Review. *Fish & Shellfish Immunology*. 2022;130:1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.08.030>
22. Ingle PU, Shende SS, Shingote PR, Mishra SS, Sarda V, Wasule DL, et al. Chitosan Nanoparticles (Chnps): A Versatile Growth Promoter in Modern Agricultural Production. *Heliyon*. 2022;8(11):e11893. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11893>
23. Dawood MAO, Gewaily MS, Soliman AA, Shukry M, Amer AA, Younis EM, et al. Marine-Derived Chitosan Nanoparticles Improved the Intestinal Histo-Morphometrical Features in Association with the Health and Immune Response of Grey Mullet (*Liza ramada*). *Marine Drugs*. 2020;18(12):611. <https://doi.org/10.3390/md18120611>
24. Aly SM, Eissa AE, Abdel-Razek N, El-Ramlawy AO. The Antibacterial Activity and Immunomodulatory Effect of Naturally Synthesized Chitosan and Silver Nanoparticles against *Pseudomonas Fluorescence* Infection in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): An in Vivo Study. *Fish & Shellfish Immunology*. 2023;135:108628. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2023.108628>
25. Ismael NEM, Abd El-Hameed SAA, Salama AM, Naiel MAE, Abdel-Latif HMR. The Effects of Dietary Clinoptilolite and Chitosan Nanoparticles on Growth, Body Composition, Haemato-Biochemical Parameters, Immune Responses, and Antioxidative Status of Nile Tilapia Exposed to Imidacloprid. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021;28(23):29535–29550. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12693-4>
26. Лапин А.А., Чугунов Ю.В., Говоркова Л.К., Потапов В.В., Зеленков В.Н., Штыров И.Н. Применение нанодисперсного кремнезема в качестве энтеросорбента при выращивании рыбы. В: *Сборник научных трудов. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Под общей редакцией Зеленкова В.Н.* Москва: Российская академия естественных наук; 2016. С. 9–29.
- Lapin AA, Chugunov YV, Govorkova LK, Potapov VV, Zelenkov VN, Shtyrov IN. Application of Nanodispersed Silica as an Enterosorbent in Fish Farming. In: *Collection of Scientific Papers "Non-Traditional Natural Resources, Innovative Technologies and Products"*. Vol. 23. Zelenkov VN (Ed.). Moscow: Rossiiskaya akademiya estestvennykh nauk; 2016. P. 9–29. (In Russ.)
27. Васюкевич Т.А., Нитиевская Л.С. Использование дезактивирующих свойств некоторых сорбентов в производстве кормов для аквакультуры. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2014;54(6):613–620. <https://doi.org/10.7868/S0869803114050166>
- Vasukevich TA, Nitievskaya LS. Application of Deactivating Properties of Some Sorbents in Aquaculture Feed Production. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya (Radiation biology. Radioecology)*. 2014;54(6):613–620. (In Russ.) <https://doi.org/10.7868/S0869803114050166>
28. Матвеева А.Ю. Влияние минеральной добавки «Баймакские цеолиты» на физиологическое состояние сеголетков карпа (*Cyprinus carpio*). В: *Инновационные технологии в науке и образовании: актуальные вопросы и достижения*. Монография. Пенза: Наука и Просвещение; 2016. С. 101–113.
- Matveeva AYU. Influence of the Mineral Additive "Baymak Zeolites" on the Physiological State of This-Year-Born Carp (*Cyprinus Carpio*). In book: *Innovative Technologies in Science and Education: Topical Issues and Achievements*. Monograph. Penza: Nauka i Prosveshchenie; 2016. P. 101–113. (In Russ.)
29. Поляков А.Д., Бузмаков Г.Т., Рассолов С.Н. Использование цеолитового туфа в качестве добавки в рацион сеголетков карпа. *Современные наукоемкие технологии*. 2009;(2):35–36.
- Polyakov AD, Buzmakov GT, Rassolov SN. Use of Zeolite Tuff as an Additive in the Ration of Carp Segolytes. *Sovremennye naukoymkie tekhnologii*. 2009;(2):35–36. (In Russ.)
30. Баканева Ю.М., Баканев Н.М., Федоровых Ю.В. Минеральное питание осетровых рыб. *Вестник Государственной полярной академии*. 2014;(1(18)):17–18.
- Bakaneva YM, Bakanev NM, Fedorovykh YV. Mineral Nutrition of Sturgeon Fish. *Vestnik Gosudarstvennoi polyarnoi akademii (Bulletin of the State Polar Academy)*. 2014;(1(18)):17–18. (In Russ.)
31. Баканева Ю.М., Бычкова А.П., Баканев Н.М., Федоровых Ю.В. Природные цеолиты в производственных комбикормах для осетровых рыб. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2013;(1):162–166.

Bakaneva YuM, Bychkova AP, Bakanev NM, Fedorovykh YuV. Natural Ceolites in the Productive Diets for Sturgeon Fish. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry*. 2013;1:162–166. (In Russ.)

32. Ponomarev SV, Levina OA, Fedorovykh YuV, Akhmedzhanova AB. Evaluating Effectiveness of Biologically Active Additives with Antioxidant Effect in Combination with Vitamin E in Fish Food Composition. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2022;(3):39–47. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-3-39-47>

33. Ширина Ю.М., Конькова А.В., Файзулина Д.Р., Богатов И.А. Минеральная добавка «Цеолит» на основе природной опоки в кормах для рыб и ракообразных. В: *Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы комплексной безопасности Каспийского макрорегиона»*. Под общей редакцией А.П. Романовой, Д.А. Черничкина. Астрахань: Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева; 2023. С. 338–343.

Shirina YuM, Konkova AV, Faizulina DR, Bogatov IA. Mineral Additive "Zeolite" Based on Natural Opoka in Fish and Crustacean Feeds. In: *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Problems of Complex Security of the Caspian Macro-Region"*. Romanova AP, Chernichkin DA (Eds.). Astrakhan: Astrakhan State University Named after V.N. Tatishchev; 2023. P. 338–343. (In Russ.)

34. Котельников А.В., Котельникова С.В., Ширина Ю.М., Пономарев С.В. Морфологическая характеристика печени и кишечника карпа при использовании опоки в качестве добавки к корму. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2019;(3):117–124. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-3-117-124>

Kotelnikov AV, Kotelnikova SV, Shirina YuM, Ponomarev SV. Morphological Characteristics of Liver and Intestine of Carp when Using Gaize as Feed Supplement. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;(3):117–124. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-3-117-124>

35. Adamiano A, Fellet G, Vuerich M, Scarpin D, Carella F, Piccirillo C, et al. Calcium Phosphate Particles Coated with Humic Substances: A Potential Plant Biostimulant from Circular Economy. *Molecules*. 2021;26(9):2810. <https://doi.org/10.3390/molecules26092810>

36. Jansen van Rensburg C, van Rensburg CEJ, van Ryssen JBJ, Casey NH, Rottinghaus GE. In Vitro and in Vivo Assessment of Humic Acid as an Aflatoxin Binder in Broiler Chickens. *Poultry Science*. 2006;85(9):1576–1583. <https://doi.org/10.1093/ps/85.9.1576>

37. Sallam SMA, Ibrahim MAM, Allam AM, El-Waziry AM, Attia MFA, Elazab MA, et. al. Feeding Damascus Goats Humic or Fulvic Acid Alone or in Combination: In Vitro and In Vivo Investigations on Impacts on Feed Intake, Ruminal Fermentation Parameters, and Apparent Nutrients Digestibility. *Tropical Animal Health and Production*. 2023;55:265. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03672-7>

38. Васильев А.А., Коробов А.А., Зименс Ю.Н. Опыт использования гуминовых кислот в составе комбикорма при выращивании клариевого сома. *Аграрный научный журнал*. 2022;(4):57–60. <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp57-60>

Vasiliev AA, Korobov AA, Zimens YuN. Experience in the Use of Humic Acids in the Composition of Compound Feeds in the Cultivation of Clary Catfish. *The Agrarian Scientific Journal*. 2022;(4):57–60. (In Russ.) <http://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp57-60>

39. Васильев А.А., Тарасов П.С., Туренко О.Ю. Эффективность использования гуминовых кислот в кормлении осетровых в условиях УЗВ. *Рыбное хозяйство*. 2019;(5):89–92.

Vasiliev AA, Tarasov PS, Turenko OYu. Effectiveness of Humic Acids Use in Sturgeon Feeding in RAS. *Fisheries*. 2019;(5):89–92. (In Russ.)

40. Коробов А.А., Зименс Ю.Н., Васильев А.А., Тищенко П.И., Скачкова О.А. Продуктивность клариевого сома при скормлинии гуминовых веществ. *Зоотехния*. 2022;(7):26–30. <https://doi.org/10.25708/ZT.2022.63.87.008>

Korobov AA, Ziemens JN, Vasiliev AA, Tishenkov PI, Skachkova OA. Productivity of Clarias Gariepinus Feeding Humic Substances. *Zootechniya*. 2022;(7):26–30. (In Russ.)

41. Ale A, Galdopórpóra JM, Desimone MF, de la Torre FR, Cazenave J. Nanosilver and Silver Nitrate Toxicity in Ex Vivo-Exposed Gills of Fish and Mitigation by Humic Acids. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2021;107:421–426. <https://doi.org/10.1007/s00128-021-03257-w>

42. Vasiliev AA. Global Experience of Using Humic Acid in Cattle Breeding. *Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologiy (Fundamentals and Perspectives of Organic Biotechnologies)*. 2019;(1):3–4.

43. Manieson V.E., Kacheпа U.E., Vasiliev A.A. Use of Humic Acid in Cattle Production. *The Agrarian Scientific Journal*. 2018;(5):35–36.

44. Ермаков М.Д. Эффективность использования гуминовых кислот при кормлении ленского осетра комбинированными кормами в условиях УЗВ. В: *Материалы конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2020 год*. Под общей редакцией Н.В. Неповинных, О.М. Поповой. Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ»; 2021. С. 90–93.

Ermakov MD. The Effectiveness of the Use of Humic Acids in Feeding the Lena Sturgeon with Combined Feeds in the Conditions of ICW. In: *Proceedings of the Conference on the 2020 Results in Research, Teaching and Educational Work of the Faculty Members and Postgraduate Students*. Nepovinnikh NV, Popova OM (Eds.). Saratov: "Center for Social Agroinnovations of Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering Named after N.I. Vavilov", LLC; 2021. P. 90–93. (In Russ.)

45. Туренко О.Ю., Васильев А.А., Гусева Ю.А., Гроза Е.В. Экономическая эффективность использования «Reasil®Humic Health» при выращивании осетровых. *Аграрный научный журнал*. 2021;(5):75–78. <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i5pp75-78>

Turenko OYu, Vasiliev AA, Guseva YuA, Groza EV. Economic Efficiency of the Use of "Reasil®Humic Health" during Sturgeon Rearing. *Agrarian Scientific Journal*. 2021;(5):75–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i5pp75-78>

46. Васильев А.А. Коробов А.П., Москаленко С.П., Сивохина Л.А., Кузнецов М.Ю. Значение, теория и практика использования гуминовых кислот в животноводстве. *Аграрный научный журнал*. 2018;(1):3–6.

Vasiliev AA, Korobov AP, Moskalenko SP, Sivokhina LA, Kuznetsov MYu. Value, Theory and Practice Use of Humic Acids in Animal Husbandry. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;(1):3–6. (In Russ.)

47. Guseva YuA, Vasiliev AA, Moskalenko SP, Zabelina MV, Lushnikov VP, Kalyuzhny II. The Effect of Pancreatic Hydrolysate of Soy Protein on Growth, Development and Amino Acid Composition of Muscle Tissues in Lena Sturgeons. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017;9(12):2516–2519. URL: <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol9Issue12/jpsr09121743.pdf> (accessed: 10.08.2024)

48. Prokešová M, Bušová M, Zare M, Tran HQ, Kučerová E, Ivanova AP, et al. Effect of Humic Substances as Feed Additive on the Growth Performance, Antioxidant Status, and Health Condition of African Catfish (*Clarias Gariepinus*, Burchell 1822). *Animals*. 2021;11(8):2266. <https://doi.org/10.3390/ani11082266>

49. Жиликова Т.П., Удинцев С.Н. Применение кормовой добавки Гумитон при выращивании карпа в аквакультуре. *Достижения науки и техники АПК*. 2017;31(12):50–52.

Zhilyakova TP, Udintsev SN. Application of Gumiton Feed Additive in Carp Breeding in Aquaculture. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2017;31(12):50–52. (In Russ.)

50. Yamin G, Falk R, Avtalion RR, Shoshana N, Ofek T, Smirnov R, et al. The Protective Effect of Humic-Rich Substances on Atypical *Aeromonas Salmonicida* Subsp. *Salmonicida* Infection in Common Carp (*Cyprinus Carpio* L.). *Journal of Fish Diseases*. 2017;40(12):1783–1790. <https://doi.org/10.1111/jfd.12645>

51. Васильев А.А., Корсаков К.В., Москаленко С.П., Кузнецов М.Ю., Сивохина Л.А., Китаев И.А. и др. Кормовые добавки на основе гуминовых кислот из леонардита против микотоксинов. *Кормопроизводство*. 2018;(5):33–37. <https://doi.org/10.25685/KRM.2018.2018.13028>

Vasiliev AA, Korsakov KV, Moskalenko SP, Kuznetsov MYu, Sivokhina LA, Kitaev IA. Leonardite Humic Acids as a Component of Feed Additives against Mycotoxins. *Feed Production*. 2018;(5):33–37. (In Russ.)

52. Коровушкин А.А., Неведова С.А., Якунин Ю.В., Барышев Р.В. Эффективность использования немодифицированных микропористых гуминовых кислот из леонардита в рационе карпов. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2019;3(43):59–64.

Korovushkin AA, Nefedova SA, Yakunin YuV, Baryshev RV. Efficiency of Use of Non-Modified Microporous Humic Acids from Leonardite in the Diet of Carp. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2019;3(43):59–64. (in Russ.)

53. Макеенко А.А. Безотходное использование продуктов химической деструкции торфа при производстве гуминовых препаратов. *Труды Инсторфа*. 2019;(19(72)):49–52.

Makeyenko AA. Wasteless Use of Peat Chemical Destruction Products of Humic Preparations Production. *Trudy Instorfa (Proceedings of Instorfa)*. 2019;19(72):49–52. (In Russ.)

54. Лиштван И.И., Наумова Г.В., Пантелей С.Н., Жмакова Н.А., Овчинникова Т.Ф., Макарова Н.Л. и др. Эффективность использования отходов, образующихся при производстве гуминовых препаратов, в прудовом рыбоводстве. *Экологический Вестник Северного Кавказа*. 2020;16(4):4–10.

Lishtvan II, Naumova GV, Pantelei SN, Zhmakova NA, Ovchinnikova TF, Makarova NL et al. The Efficiency of Using the Humic Preparations' Production Waste at Pond Fish Farming. *The North Caucasus Ecological Herald*. 2020;16(4):4–10. (In Russ.)

Об авторах:

Юлия Владимировна Килякова, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета (460018, Российская Федерация, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13), [SPIN-код](#), [ORCID](#), fish-ka06@mail.ru

Елена Петровна Мирошникова, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета (460018, Российская Федерация, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13), [SPIN-код](#), [ORCID](#), elenaakva@rambler.ru

Азамат Ерсанович Аринжанов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета (460018, Российская Федерация, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13), [SPIN-код](#), [ORCID](#), arin.azamat@mail.ru

Марина Сергеевна Мингазова, ассистент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета (460018, Российская Федерация, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13); аспирант Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (460000, РФ, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29), [ORCID](#), ms.mingazova@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

Ю.В. Килякова: подготовка текста, анализ результатов исследований, формирование выводов.

Е.П. Мирошникова: научное руководство, корректировка выводов.

А.Е. Аринжанов: формирование основной концепции, цели и задач исследования, доработка текста.

М.С. Мингазова: помощь в доработке текста.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Yuliya V. Kilyakova, Cand.Sci. (Biology), Associate Professor of the Biotechnology of Raw Animal Materials and Aquaculture Department, Orenburg State University (13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), fish-ka06@mail.ru

Elena P. Miroshnikova, Dr.Sci. (Biology), Professor, Head of the Biotechnology of Raw Animal Materials and Aquaculture Department, Orenburg State University (13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), elenaakva@rambler.ru

Azamat E. Arinzhanov, Cand.Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Biotechnology of Raw Animal Materials and Aquaculture Department, Orenburg State University (13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), arin.azamat@mail.ru

Marina S. Mingazova, Assistant of the Biotechnology of Raw Animal Materials and Aquaculture Department, Orenburg State University (13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation); Postgraduate Student, Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (29, January 9th Str., 29, Orenburg, 460000, Russian Federation), [ORCID](#), ms.mingazova@gmail.com

Claimed Contributorship:

YuV Kilyakova: preparing the text, research results' analysis, formulating the conclusions.

EP Miroshnikova: scientific supervision, correcting the conclusions.

AE Arinzhanov: formulating the main concept, aim and objectives of the research, refining the text.

MS Mingazova: assistance in text refining.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 01.09.2024

Поступила после рецензирования / Revised 04.10.2024

Принята к публикации / Accepted 09.10.2024

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY



УДК: 619:616.98:577.2

Обзор предметного поля

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2024-23-4-67-75>

Бешенство на Ближнем Востоке: причины распространения, способы борьбы и меры профилактики. Обзор англоязычных источников

Я. Хатиб

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

yazedkhatib@hotmail.com

EDN: QCBXCT

Аннотация

Введение. Бешенство, согласно статистике, является причиной гибели почти 59000 человек ежегодно по всему миру, однако сведения о случаях бешенства среди животных и людей на Ближнем Востоке — одном из наиболее неблагополучных в этом отношении регионе — отличаются скудностью и не всегда являются достоверными, что определяет актуальность данного исследования. Цель обзора — обобщить данные литературных источников, опубликованных на английском языке, касающиеся причин распространения бешенства в ближневосточном регионе, способов борьбы с этим бособо опасным инфекционным заболеванием и вопросов эффективности профилактических мер.

Материалы и методы. Поиск материалов для обзора проводился в электронных библиотеках PubMed, Web of Science, MDPI.com и др. В поиск включались источники за последние 15 лет только на английском языке. Поиск осуществлялся по ключевым словам: бешенство, Ближний Восток, распространение, профилактика, вакцинация. Материал, прошедший скрининг, был проанализирован, систематизирован и представлен в виде рисунка, таблицы и блок-схемы PRISMA.

Результаты исследования. Проведенный обзор позволил установить неоднородность ситуации с распространением бешенства на Ближнем Востоке. Так, Кипр, Бахрейн, Кувейт, Катар и Объединённые Арабские Эмираты свободны от бешенства, чему немало способствует (полу)изолированное географическое положение некоторых из этих стран. В большинстве же государств Ближнего Востока ситуация далека от благополучия: люди подвержены высокому риску заражения как от собак, так и от диких животных. В качестве основных способов борьбы с данным зоонозом следует отметить проведение работы по осведомленности населения о смертельной опасности этого инфекционного заболевания, путях его передачи, симптоматике и важности своевременной профилактической вакцинации домашних животных и людей.

Обсуждение и заключение. В целом нам удалось достичь поставленной цели — обобщить существующие сведения о причинах распространения бешенства на Ближнем Востоке и основных способах борьбы с данным заболеванием, включая профилактические меры. Однако, несмотря на достаточно большую выборку источников, они не вполне, на наш взгляд, отражают истинную ситуацию по заболеванию бешенством в исследуемом регионе. Тому есть как объективные, так и субъективные причины. К первым относится, например, нестабильность эпизоотической и геополитической обстановки, осложняющая сбор и анализ статистической ветеринарной и медицинской отчетности. Среди субъективных причин можно назвать значительное количество случаев заболевания среди диких животных, заканчивающихся летальным исходом, которые редко где-либо фиксируются. Ключевым аспектом профилактики является вакцинация от бешенства животных и людей. Невзирая на все сложности, необходимо обеспечить в странах Ближнего Востока доступность человеческого антирабического иммуноглобулина и вакцин для животных в достаточном количестве.

Ключевые слова: бешенство, Ближний Восток, распространение, профилактика, вакцинация

Благодарности. Автор выражает благодарность за бескорыстную помощь в подготовке статьи доктору биологических наук, профессору Макарову Владимиру Владимировичу.

Для цитирования. Хатиб Я. Бешенство на Ближнем Востоке: причины распространения, способы борьбы и меры профилактики. Обзор англоязычных источников. *Ветеринарная патология*. 2024;23(4):67–75. <https://doi.org/10.23947/1682-5616-2024-23-4-67-75>

Scoping Review

Rabies in the Middle East: Causes of Spread, Methods of Control and Prophylaxis: A Review of the English Language Sources

Yazid Khatib  

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

 yazedkhatib@hotmail.com

Abstract

Introduction. According to statistics, rabies causes death of almost 59,000 people per year worldwide, but information about the cases of rabies in animals and people in the Middle East is scarce and not always reliable, whereas the region is deemed to be one of the most troublesome in terms of rabies, that makes the present research relevant. The aim of the review is to summarize the data from the literature sources published in the English language referring to the causes of rabies spread in the Middle East, methods of control of this highly dangerous infectious disease and the issues of prophylaxis measures efficiency.

Materials and Methods. The search for the material for reviewing was conducted in the electronic libraries PubMed, Web of Science, MDPI.com, etc. The search covered the sources published during the last 15 years in the English language only. The search was conducted by the keywords: rabies, Middle East, spread, prophylaxis, vaccination. The material that passed screening was analysed, systematised, and presented in a form of a figure, table, and PRISMA flow chart.

Results. The review has led to the conclusion that the situation with rabies spread in the Middle East is not uniform. Thus, Cyprus, Bahrain, Kuwait, Qatar and the United Arab Emirates are recognised as rabies free, which is mainly due to the (semi)isolated geographical location of some of these countries. In the majority of the Middle East countries, the situation is far from being favourable: people undergo a high risk of getting infected by both dogs and wild animals. The main methods of control of this zoonosis that could be emphasized are those targeted at raising awareness of the population about the deadly danger of this infectious disease, the modes of its transmission, symptoms and the importance of timely preventive vaccination of people and domestic animals.

Discussion and Conclusions. On the whole, the aim of the conducted review on summarising the existing information on the causes of rabies spread in the Middle East and the main methods of control of this disease including the prophylaxis methods has been achieved. However, even though the review sample was quite big, in our opinion, the selected sources do not always truly reflect the situation concerning rabies in the studied territory. This can be explained by the objective and subjective reasons. The former include, for example, the instability of the epizootic and geopolitical situation, which hinders collection and analysis of statistical veterinary and medical reports. Among the subjective reasons, the considerable rabies incidence in the wild animals could be named, which ends in their death and is hardly ever recorded anywhere. The key aspect of prophylaxis is vaccination of animals and people against rabies. Despite all difficulties, it is necessary to ensure the availability of Human Rabies Immune Globulin and vaccines for animals in sufficient quantities in the Middle East countries.

Keywords: rabies, Middle East, spread, prophylaxis, vaccination

Acknowledgements. The author expresses gratitude for the gratuitous assistance in preparing the article to Doctor of Biological Sciences, Professor Vladimir V. Makarov.

For Citation. Khatib Ya. Rabies in the Middle East: Causes of Spread, Methods of Control and Prophylaxis: A Review of the English Language Sources. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2024;23(4):67–75. <https://doi.org/10.23947/1682-5616-2024-23-4-67-75>

Введение. Бешенство (лат. rabies) — это распространённая на всех континентах (кроме Антарктиды) и как минимум в 150 странах зоонозная болезнь, вызываемая РНК-содержащим вирусом из семейства *Rhabdoviridae*, рода *Lyssavirus* [1–3]. К заражению вирусом бешенства восприимчивы все теплокровные животные, но основным резервуаром вируса в природе

являются хищные животные и летучие мыши. Большинство инфицированных людей (около 95 %) заразились при укусах собак, которые были резервуаром и переносчиком вируса [1, 4, 5]. Несмотря на то, что бешенство известно человеку уже на протяжении тысячелетий, лечения данного заболевания так и не было найдено, и без вакцинации или проведения на ранней

стадии после укуса специфической профилактики оно заканчивается летальным исходом.

Каждый год во всём мире после укусов потенциально заражённых бешенством животных от 9 до 12 млн людей получают постэкспозиционные антирабические обработки с общими затратами свыше 2 млрд долларов; погибают почти 59 000 человек [1, 4–6]. Экономический ущерб от бешенства складывается из следующих затрат: контроль зооноза в эндемичных районах, регулирование численности и вакцинация диких и домашних животных (источников инфекции), диагностика, карантинные мероприятия в отношении подозрительных по бешенству животных и постконтактная профилактика пострадавших. Ежегодные мировые затраты на борьбу с бешенством составляют более 500 млрд долларов [7].

Информация о ситуации с бешенством среди животных и людей в странах Ближнего Востока ограничена и не всегда достоверна, хотя этот регион считается одним из наиболее неблагоприятных в этом отношении. Цель обзора — обобщить результаты англоязычных исследований, касающихся причин распространения бешенства на Ближнем Востоке и определения эффективных мер профилактики и борьбы с этим опасным заболеванием.

Материалы и методы. Поиск материалов для обзора проводился в электронных библиотеках PubMed,

Web of Science, MDPI.com, Cambridge.org. В поиск включались источники за последние 15 лет только на английском языке. Поиск осуществлялся по ключевым словам: бешенство, Ближний Восток, распространение, профилактика, вакцинация. Материал, прошедший скрининг, был проанализирован для стран ближневосточного региона и представлен в виде рисунка, таблицы и блок-схемы PRISMA.

Результаты исследования

В результате поиска, проведенного во всех базах данных, нами было выявлено 52 англоязычных источника. Дальнейшему анализу после проведения скрининга было подвергнуто 33 источника. После проверки заголовков и аннотаций еще 6 источников были исключены из обзора. 27 оставшихся источников были изучены другими экспертами в данной теме, в результате чего было отклонено еще 8 источников ввиду их неактуальности. Следующим этапом стало детальное изучение и оценка текста оставшихся публикаций, и еще 4 из них были исключены по причине того, что они содержали ссылки на исследования, уже имеющиеся в ранее отобранных нами статьях. Таким образом, по теме исследования нами были отобраны 15 максимально релевантных и актуальных источников. Краткое изложение процесса проверки показано на блок-схеме PRISMA (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема PRISMA отбора литературных источников для обзора

В 2018 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Всемирная организация по охране здоровья животных (World Organization for Animal Health, WOAH) в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединённых Наций (Food and Agriculture Organization, FAO) и при поддержке Глобального альянса по борьбе с бешенством (Global Alliance for Rabies Control, GARC) организовали в г. Женеве (Швейцария) всемирную конференцию по бешенству [8]. Инициатива заключалась в сокращении числа случаев бешенства среди людей до нуля к 2030 г., в связи с чем девизом мероприятия стал: «Бешенство — ноль случаев к 2030 году» (Rabies: zero by 30). Основной упор для достижения поставленной цели планировалось сделать на вакцинацию собак как наиболее эффективную меру по предотвращению случаев заболевания людей бешенством, предотвращению укусов, ответственному владению и вовлечению местных сообществ в сотрудничество с правительственными и неправительственными организациями [9].

С точки зрения благополучия по бешенству все страны мира условно делятся на страны, свободные от бешенства; страны с циркуляцией вируса бешенства среди диких животных и контролем (или ликвидацией) случаев заболевания среди собак; и страны с энзоотиями собачьего бешенства. На рис. 2 изображена карта ближневосточных стран по группам риска заражения

бешенством и основным резервуаром возбудителя данной инфекции. Согласно докладу ВОЗ (2018 г.), свободными от бешенства (зеленый цвет) на Ближнем Востоке считаются Кипр, Бахрейн, Кувейт, Катар и Объединённые Арабские Эмираты — своим благополучием эти страны во многом обязаны (полу)изолированному географическому положению [1]. В большинстве же государств Ближнего Востока люди, к сожалению, подвергаются высокому риску заражения бешенством как от собак, так и от диких животных [2–4].

На Аравийском полуострове бешенство было известно на протяжении всей истории существования этого региона. В Саудовской Аравии бешенство эндемично для многих видов животных и довольно часто подтверждается у собак, верблюдов, овец и коз. Так, в исследовании [10] при обследовании 199 животных с подозрением на бешенство с помощью прямого флуоресцентного теста на антитела заболевание подтвердилось у более чем 79 % животных. Основным резервуаром вируса бешенства в Саудовской Аравии являются бродячие собаки и кошки [11]. Есть данные об общем количестве укусов человека животными в Саудовской Аравии за период с 2007 по 2009 гг.: из 11 069 зарегистрированных случаев большинство укусов было сделано собаками (50 %), на втором месте шли кошки (26,7 %), укусы грызунов и верблюдов составляли минимальное количество случаев [1, 2, 5, 12].

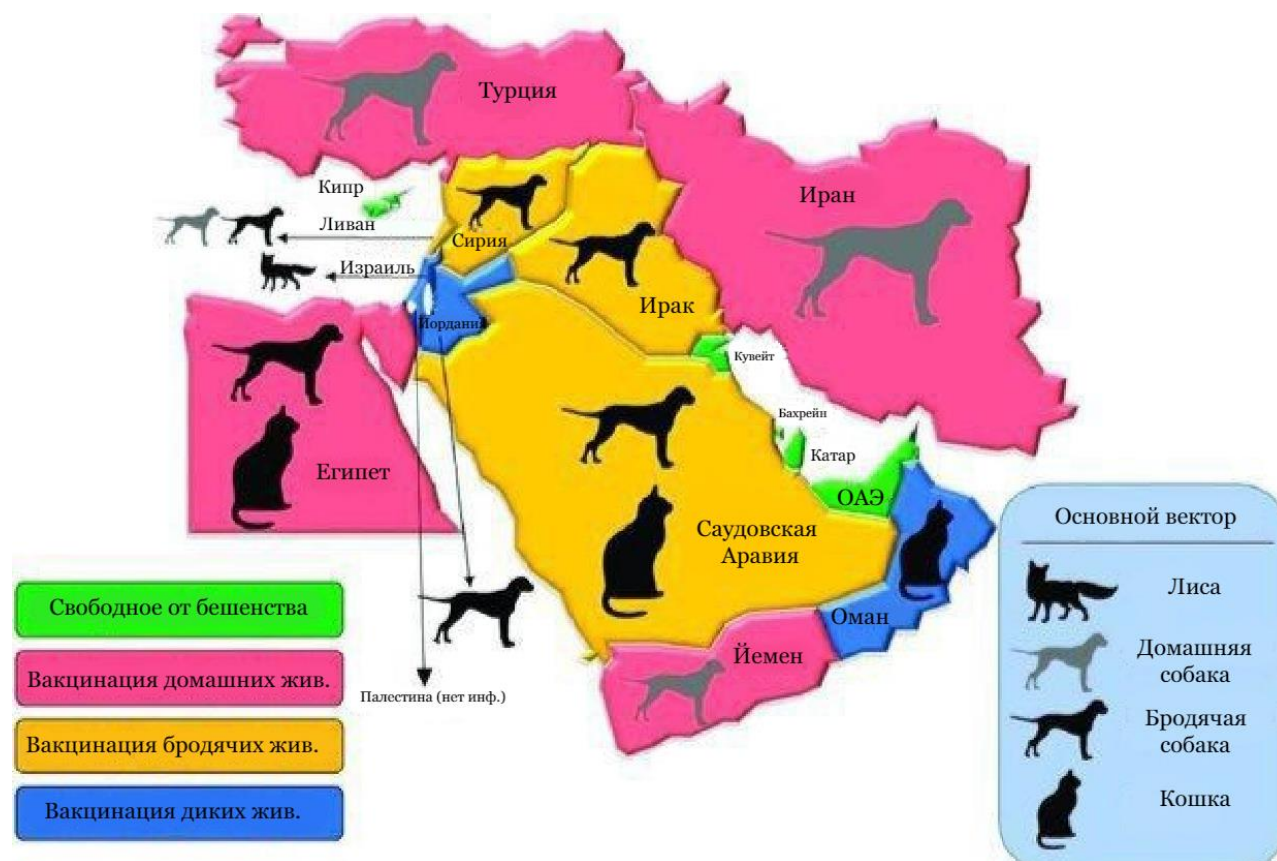


Рис. 2. Карта ближневосточных стран по группам риска и основным резервуарам бешенства [2]

Несмотря на эндемичность бешенства в данном регионе и большое ежегодное количество укусов человека, заражение людей бешенством в Саудовской Аравии отмечается достаточно редко — по крайней мере официально о случаях бешенства у людей в стране за последние годы не сообщалось [2, 11, 12]. Ученые предположили, что такое отсутствие данных может быть связано с недостаточной осведомлённостью о клинических проявлениях этого заболевания, недооценкой проблемы со стороны системы общественного здравоохранения, а также отсутствием опыта отбора, транспортировки и обработки образцов диагностического материала при необходимости подтверждения диагноза [11, 13].

В Израиле бешенство также является эндемичным заболеванием. Ежегодно лабораторно подтверждается от 50 до 80 случаев инфицирования у животных. Несмотря на такой высокий показатель заболеваемости среди животных (в основном это лисицы и золотые шакалы), бешенство у людей в Израиле не фиксировалось с 1996 г., что, по мнению исследователей связано с высокоэффективной политикой профилактики, проводимой на государственном уровне [6, 10]. С момента провозглашения Израиля в 1948 г. суверенным государством в стране было зафиксировано 23 случая летального исхода в результате заражения бешенством среди людей. С 1958 г. государство начало проведение мероприятий по профилактике бешенства среди животных, в результате чего в последующие два года было выявлено всего 2 новых случая заболевания бешенством у человека. С 1960 и до 1996 гг. новых случаев среди людей зафиксировано не было, хотя заболеваемость среди животных всё ещё оставалась на неудовлетворительном уровне. В 1996 г. зафиксирован 1 случай заболевания человека бешенством, в 1997 г. — 2 случая. Среди мер по борьбе с бешенством в Израиле проводятся: обязательная ежегодная вакцинация собак; отлов и 10-дневное наблюдение за напавшими на людей животными; проведение лабораторных исследований всех подозрительных случаев; контроль популяций диких животных; регулирование количества бездомных собак и кошек и т. д. После укуса человека животным, инфицированным вирусом бешенства или подозрительным на заражение, проводится постконтактная профилактика [14].

Заболевание бешенством в Ираке было эндемичным с древних времён. Территориально Ирак занимает центральное положение в ближневосточном регионе, имея общие границы со странами, где бешенство также является эндемичным (Иран и Турция). Это одна из причин, по которой бешенство в Ираке регистрируется во всех 18 провинциях. Заболеваемость среди людей довольно высокая и составляет 0,89 на 1 млн человек. Ситуацию с бешенством в стране усугубляют военные конфликты, миграция населения и разрушения инфраструктуры, в

связи с чем за период с 2001 по 2010 гг. наблюдалось трёхкратное увеличение количества зафиксированных случаев заражения бешенством человека [2].

Иран также соседствует со странами, где бешенство считается эндемичным заболеванием. В Иране бешенство представляет собой самый опасный зооноз, распространившийся на значительные территории, в том числе и на пустынную зону в центре страны. Через два года после основания в 1924 г. в Тегеране Института Пастера в стране стали проводить регулярную постконтактную профилактику бешенства, но только с 1976 г. был совершён переход на более эффективную вакцину. Заболеваемость людей регистрируется на уровне от 0,02 до 0,05 на 1 млн человек. По имеющейся информации, в 2011 г. бешенство в стране было подтверждено у 297 животных, причём чаще всего оно выявлялось у крупного рогатого скота. Основными источниками и распространителями вируса являются собаки и волки. Около 80 % случаев заражения человека приходится на укусы собаками. При этом охват бездомных собак вакцинацией от бешенства составляет не более 45 % (от 900 000 животных). Официальное количество гибели 2–6 человек от бешенства ежегодно может оказаться заниженным вследствие недостатков в организации системы информирования, в первую очередь в сельской местности [2]. Так, по сообщениям Института Пастера в Тегеране, ежегодное количество смертей людей от вируса бешенства достигает в Иране 5–11 человек [4].

Бешенство в Турции известно с 1887 г. Долгое время собаки были основным выявленным источником заражения людей, поскольку именно они, проживая в непосредственной близости от человека, наиболее часто с ним контактировали. С 1990 г., благодаря более точной диагностике заболевания, была подтверждена роль диких плотоядных и рукокрылых в широком распространении этого зооноза. Регистрируемое изначально по большей части в густонаселённом Стамбуле, бешенство постепенно стало всё чаще выявляться и в восточных регионах страны, что может быть связано с совершенствованием системы контроля и оповещения. Проведённое в 2015 г. исследование показало, что 85 % случаев заражения людей были связаны с собаками. Заболеваемость людей бешенством в Турции составляет около 0,025 на 1 млн человек [2].

Данных по встречаемости бешенства в Омане недостаточно. Известно, что до 1990 г. страна считалась свободной от бешенства, но с тех пор вирус достаточно распространился по стране, и сейчас в Омане регистрируется в основном лесное бешенство, то есть собаки не играют значительной роли в передаче возбудителя. Также стоит отметить, что, согласно культурным обычаям страны, содержание собак в качестве домашних животных там не приветствуется. В 48,3 % случаев на человека нападают кошки, в 35,2 % — собаки, в 5,2 % — лисы [1, 2, 4].

В Йемене бешенство является эндемичным заболеванием, причём чаще всего в распространении вируса участвуют собаки. В стране насчитывается более миллиона собак, из которых только 10–20 % домашние. Информации о случаях регистрации бешенства на территории данной страны недостаточно, что является следствием несовершенства работы органов эпидемиологического контроля. В 92 % случаев заражение происходит через укусы собак, причём страдают часто дети, в основном из сельских районов страны [1, 2, 4].

На территории Египта вирус бешенства подтверждён уже давно, хотя поступающие из страны данные о заболевании явно недостаточны для объективной оценки ситуации. Известно, что в конце 1990-х гг. ежегодно регистрировалось около 30–40 случаев заболевания бешенством у человека, в 2000 г. — 35 случаев. Основными переносчиками на 2000 г. считались собаки, хотя такие животные, как кошки, жвачные, ослы, лошади, грызуны и мангусты также участвовали в распространении вируса. С 2000 по 2010 гг. ежегодно стабильно регистрировалось около 80 случаев бешенства среди людей, несмотря на обязательную постконтактную профилактику всех пострадавших [1, 2, 4]. На наш взгляд, большое число заболевших в этот период обусловлено совокупностью нескольких факторов: отсутствием надлежащей массовой вакцинации животных от бешенства одновременно с увеличением их количества, недостатками постконтактной профилактики, а ключевой фактор — отсутствие (недостаточное использование) антирабической вакцинации населения, относящегося к группе риска (охотники, ветеринарные специалисты, работники животноводческих предприятий и т. д.).

Говоря о недостатках постконтактной профилактики в исследуемый период, следует заметить, что единого протокола тогда не существовало. Современные рекомендации ВОЗ по постэкспозиционной профилактике включают тщательную местную обработку места ослюнявливания или укуса в совокупности с использованием культуральных концентрированных вакцин и антирабических иммуноглобулинов. Соблюдение данного протокола позволяет достичь 100 % эффективности для неэндемичных районов и незначительного снижения эффективности в регионах с сохранением природных очагов заболевания и массовыми случаями заболевания домашних плотоядных [15].

Ливан также входит в список стран, эндемичных по бешенству. За последние 30 лет было зафиксировано несколько случаев смертей человека от бешенства [5]. В Ливане на собак приходится до 91 % всех случаев укусов человека. За период с 2001 по 2012 гг. сообщалось об около 440 ежегодных укусах людей, однако эти данные могут быть значительно занижены вследствие

того, что далеко не все случаи доходят до медицинских работников. Поскольку ежегодное количество укусов остаётся стабильным на протяжении десятилетий (в сравнении с периодом с 1990 по 1999 гг.), Ливан условно считается стабильным по бешенству, хотя отсутствие принудительной вакцинации собак может привести к смене источника инфекции (возникновение другого вида животного в качестве резервуара инфекции, как в случае с лисами в Турции). Помимо этого, у Ливана не самые благополучные соседи в этом отношении: так, наблюдается проникновение в страну бешеных собак и других инфицированных бешенством животных из эндемичных по данному заболеванию Сирии и Израиля [5]. Одним из неблагоприятных факторов также является несвоевременный вывоз пищевого мусора из жилых зон: запах чрезмерно накопившихся пищевых отходов привлекает бродячих и диких животных в среду обитания человека [1, 2, 4, 5].

Бешенство в Сирии также издавна являлось эндемичным заболеванием [5, 13]. Однако наблюдается недостаток информации о ситуации с бешенством на территории этой страны в настоящее время, что связано с длительными (начиная с 2011 г.) военными конфликтами. Известно, что за период с 1997 по 2002 гг. в Сирии было зарегистрировано больше случаев бешенства у людей, чем в соседнем Ливане. Основным источником инфекции считаются собаки, как домашние, так и бродячие. Частота укусов составляет 112 на 100 000 населения и соответствует показателям в соседних Турции и Йемене. В 2023 г. около 85 % из 1206 укусов были вызваны бродячими собаками, 60 % пострадавших составляли дети в возрасте от 5 до 18 лет. Всего в 2023 г. было зарегистрировано 107 случаев подозрения на бешенство у людей, что соответствует годовой заболеваемости 3,4 на 100 000 человек. Информация о наличии антирабических иммуноглобулинов для проведения постконтактной профилактики бешенства отсутствует, а вакцины против бешенства для людей доступны только в пяти подрайонах страны [4, 13].

В Иордании бешенство у людей считается редким явлением. Уровень информированности населения достаточно высок. Основными источниками инфекции являются собаки и шакалы. С 2011 г. страна активно сотрудничает с Израилем по вопросу борьбы с бешенством. Используется пероральная вакцинация диких животных путём разбрасывания приманок с самолётов [2, 4].

В таблице 1 приведены сводные данные по ситуации с бешенством в странах ближневосточного региона. Вследствие недостатка информации указывались различные временные периоды, найденные в литературных источниках.

Таблица 1

Сводная таблица по ситуации с бешенством в странах Ближнего Востока

Страна	Природный резервуар	Кол-во укусов людей животными в год или за период	Кол-во случаев бешенства у животных в год или за период	Кол-во случаев бешенства у людей в год или за период	Кол-во летальных исходов у людей от бешенства в год или за период
Саудовская Аравия	Собаки, верблюды	> 11 000 (2007–2009)	158 (2010–2017)	1 (2016); 1 (2018) (данных недостаточно)	3 (2015); 2 (2016); 1 (2017)
Израиль	Шакалы, лисицы	Данных недостаточно	50–80	Нет	Нет
Ирак	Данных недостаточно		3 (2001–2010)	186 (2001–2010)	0,89/1 млн (2009); 11 (2012); 8 (2013); 12 (2014); 6 (2015); 9 (2017)
Иран	Собаки, волки	> 200 000	297 (2011)	Данных недостаточно	2–6 (возм. 5–11); 4 (2010); 8 (2011); 6 (2012); 5 (2013); 4 (2014); 7 (2015); 1 (2016); 12 (2017)
Турция	Собаки, лисы	Данных недостаточно	Данных недостаточно	Данных недостаточно	Данных недостаточно
Оман	Лисы	22 788 (1991–2013)	127 (1990–1991); 425 (1991–2013); 280 (2006–2010); 135 (2011–2012)	8 (с 1990); 1 (2003)	Данных недостаточно
Йемен	Собаки	180 (2011)	Данных недостаточно	От 30 (официально) до 220 (предположительно); 113 (2011)	48 (2013) (данных недостаточно)
Египет	Собаки	Нет данных	80 (2000–2010)	30–40 (ежег. в конце 1990-х); 35 (2000); 80 (ежег. за пер. 2000–2010)	0,1 на 100 000 (2000–2007); 43 (2010); 34 (2011); 21 (2013); 32 (2013)
Кувейт	Собаки, летучие мыши	Данных недостаточно	Данных недостаточно	Данных недостаточно	Нет
Ливан	Собаки	ежегод. 440–480 (2005–2012); 7369 (2005–2016); 709 (2013); 1004 (2013–2016); 1271 (2016)		11 (1991–1999); 8 (2001–2012); 2 (2013–2017)	2 (2015); 1 (2017)
Сирия	Собаки	112 на 100 000 населения; 1206 (2023)	Данных недостаточно	24 (1997–2002); 107 (2023)	1 (2010); 2 (2011); 5 (2012); 7 (2013); 3 (2015); 4 (2016); 7 (2017)
Иордания	Собаки, шакалы	Данных недостаточно	3 (2015)	Нет	1 (2016); 5 (2017)

Обсуждение и заключение. Ближний Восток имеет свои особенности, значительно осложняющие борьбу с распространением вируса бешенства. В первую очередь стоит отметить местоположение ближневосточных стран — на стыке Африки, Европы и Азии, трансконтинентальное положение. Соответственно, страны Ближнего Востока значительно разнятся между собой по национальной составляющей, политическому устройству, религиозным устоям, а также культурным и экономическим особенностям. Во-вторых, регион отличается нестабильной геополитической ситуацией, постоянно обостряющимися военными конфликтами и активной миграцией населения с охваченных беспорядками районов на более безопасные территории. И наконец, стоит брать в расчёт и наносимый инфраструктуре населённых территорий ущерб, негативно влияющий на возможность практической реализации мероприятий по борьбе с бешенством среди животных и людей.

Поскольку эффективного лечения бешенства до сих пор не разработано, на передний план в борьбе с данным заболеванием выходят меры по его профилактике на уровне отдельных стран и международное сотрудничество в сфере обеспечения биологической безопасности. В этом отношении странам Ближнего Востока ещё предстоит догнать страны европейского и североамериканского континентов, которые добились больших успехов в борьбе с данным зоонозом. В первую очередь необходимо повысить осведомлённость населения и медицинских работников о бешенстве: источниках инфекции,

путях передачи возбудителя, клиническом проявлении, способах защиты с помощью вакцинации животных. Следует также предусмотреть наличие доступных для применения человеческого антирабического иммуноглобулина и вакцин для животных. Важным условием успешной борьбы с бешенством является обязательная вакцинация бездомных и домашних собак и кошек и регулирование их численности через отлов и кастрацию.

Для достижения целей международной программы «Rabies: zero by 30» вопросом профилактики распространения бешенства по странам Ближнего Востока должны заниматься государственные структуры системы здравоохранения через специально разработанные национальные программы по искоренению бешенства на территории данных стран. Международное сотрудничество по борьбе с бешенством на территории стран Ближнего Востока часто значительно осложняется конфликтными отношениями соседних государств, в связи с чем стоит предусмотреть независимые органы международного уровня, которые могли бы стать буфером в вопросе двустороннего сотрудничества враждующих стран по контролю и профилактике бешенства на их территории.

В заключение следует отметить, что поскольку на большей части территории Ближнего Востока эта болезнь продолжает оставаться угрозой для населения, необходимы дальнейшие научные исследования в этом направлении.

Список литературы / References

1. Alaifan T, Altamimi A. A Systematic Review of Epidemiology of Rabies in Arab Countries. *Journal of Health Informatics in Developing Countries*. 2019;13(2) URL: <https://www.jhidc.org/index.php/jhidc/article/view/242/271> (accessed: 10.11.2024)
2. Bannazadeh Baghi H, Alinezhad F, Kuzmin I, Rupprecht CE. A Perspective on Rabies in the Middle East – Beyond Neglect. *Veterinary sciences*. 2018;5(3):67. <https://doi.org/10.3390/vetsci5030067>
3. Barecha CB, Girzaw F, Kandi V, Pal M. Epidemiology and Public Health Significance of Rabies. *Perspectives in Medical Research*. 2017;5(1):55–67. URL: <https://pimr.org.in/Barecha-new.PDF> (accessed: 10.11.2024)
4. Pazira S, Golahdouz M, Taherizadeh M, Pourhossein B, Hosseini S, Jalilian F, et al. Investigation of the Frequency of Rabies in EMRO Countries: A Review Study. *Journal of Clinical Images Medical Case Reports*. 2021;2(5):1296. <https://doi.org/10.52768/2766-7820/1296>
5. Kassir MF, El Zarif T, Kassir G, Berry A, Musharrafieh U, Bizri AR. Human Rabies Control in Lebanon: A Call for Action. *Epidemiology and Infection*. 2019;147:e46. <https://doi.org/10.1017/S095026881800300X>
6. Abela-Ridder B, Balogh de K, Kessels JA, Dieuzy-Labaye I, Torres G. Global Rabies Control: The Role of International Organisations and the Global Strategic Plan to Eliminate Dog-Mediated Human Rabies. *Scientific & Technical Review*. 2018;37(2):741–749. <https://doi.org/10.20506/rst.37.2.2837>
7. Horton D.L., McElhinney L.M., Freuling C.M., Marston D.A., Banyard A.C., Goharriz H., et al. Complex Epidemiology of a Zoonotic Disease in a Culturally Diverse Region: Phylogeography of Rabies Virus in the Middle East. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2015;9(3):e0003569. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003569>
8. Pernicová E, Krsek M. Rabies in the World and the Zero by 30 Strategy. *Journal Epidemiology, Microbiology, Immunology*. 2023;72(4):239–242.
9. Abela-Ridder B (Ed.). *Zero by 30 The Global Strategic Plan To End Human Deaths From Dog-Mediated Rabies by 2030. Guideline*. Geneva: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Organisation for Animal Health (OIE), World Health Organization (WHO), Global Alliance for Rabies Control; 2018. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272756/9789241513838-eng.pdf?sequence=1> (accessed: 10.11.2024)

10. Kasem S, Hussein R, Al-Doweriej A, Qasim I, Abu-Obeida A, Almulhim I, et al. Rabies Among Animals in Saudi Arabia. *Journal of Infection and Public Health*. 2019;12(3):445–447. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2018.10.005>
11. Dhayhi NS, Arishi HM, Al Ibrahim AAY, Khalaf Allah MB, Hawas AM, Alqasmi H, et al. First Confirmed Case of Local Human Rabies in Saudi Arabia. *International Journal of Infectious Diseases*. 2019;87:117–118. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2019.08.011>
12. Memish ZA, Abdullah MA, Gautret P. Rabies in Saudi Arabia: A Need for Epidemiological Data. *International Journal of Infectious Diseases*. 2015;34:99–101. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2015.03.016>
13. Freuling C, Müller T. *Rapid Assessment of Rabies in Northwest Syria*. 25 January 2024. URL: <https://fscluster.org/sites/default/files/2024-01/Rapid%20assessment%20of%20Rabies%20in%20Northwest%20Syria%20-%20December%202023.pdf> (accessed: 10.11.2024).
14. Picot V, Rasuli A, Abella-Rider A, Saadatian-Elahi M, Aikimbayev A, Barkia A, et al. The Middle East and Eastern Europe Rabies Expert Bureau (MEEREB) Third Meeting: Lyon-France (7–8 April, 2015). *Journal of Infection and Public Health*. 2017;10(6):695–701. <http://doi.org/10.1016/j.jiph.2017.03.005>
15. Rabies Vaccine: WHO Position Paper. *World Health Organization. Weekly Epidemiological Record*. 2010;32:309–320.

Об авторах:

Хатиб Язид, ветеринарный врач, аспирант, департамент ветеринарной медицины, Российский университет дружбы народов (Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6.), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-3448), yazedkhatib@hotmail.com

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Khatib Yazid, Veterinarian, Postgraduate (PhD) Student, Department of Veterinary Medicine, RUDN University (6, Miklukho-Maklai Str., Moscow, 117198, Russian Federation), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-3448), yazedkhatib@hotmail.com

Conflict of Interest Statement: the author does not have any conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 15.10.2024

Поступила после рецензирования / Revised 11.11.2024

Принята к публикации / Accepted 13.11.2024