

семена и ассоциировать с *Fusarium* (De Waele и Van den Berg, 1989; McDonald et al., 2021) позволяет рассматривать их как фактор риска вторичных микотоксикозов у животных. Новизна: впервые для Азербайджана установлена количественная характеристика популяций *Ditylenchus* spp. и определен период максимального повреждения зерна (март–апрель).

Для подтверждения гипотезы требуются междисциплинарные исследования:

1. микологический анализ зерна из очагов *Ditylenchus* spp. с идентификацией *Fusarium*;
2. токсикологический скрининг зерна на микотоксины (ДОН, Т-2);
3. экспериментальное кормление лабораторных животных;
4. разработка системы мониторинга зерна перед закладкой в корма.

Результаты обосновывают необходимость включения фитогельминтологического контроля зерна пшеницы в систему обеспечения кормовой безопасности в Азербайджане.

Литература. 1. Гусейнова, Г. Т. Влияние абиотических факторов на динамику численности фитонематод пшеницы в Муганской части Азербайджана / Г. Т. Гусейнова // *Advances in Biology & Earth Sciences*. – 2024. – Т. 9, № 2. – С. 294–300. 2. Рысс, А. Ю. Методы выделения нематод из почвы и растительного материала / А. Ю. Рысс // *Зоологический журнал*. – 2003. – Т. 82, № 6. – С. 735–744. 3. Bernard, E. C. Review of plant-parasitic nematodes and their interactions with hemp / E. C. Bernard, M. G. Redman // *Journal of Nematology*. – 2022. – Vol. 54, № 1. – P. 1–15. 4. De Waele, D. *Ditylenchus destructor* in hulls and seeds of peanut / D. De Waele, E. Van den Berg // *Journal of Nematology*. – 1989. – Vol. 21, № 1. – P. 47–51.* 5. Griffin, G. D. Interaction of *Ditylenchus dipsaci* and *Fusarium oxysporum* on alfalfa / G. D. Griffin // *Journal of Nematology*. – 1990. – Vol. 22, № 4. – P. 562–566. 6. McDonald, M. R. Interaction of *Ditylenchus dipsaci* and *Fusarium oxysporum* on garlic / M. R. McDonald, K. Vander Kooi // *Plant Disease*. – 2021. – Vol. 105, № 6. – P. 1678–1685. 7. Storelli, A. Virulence and pathogenicity of four *Ditylenchus dipsaci* populations on sugar beet / A. Storelli, R. Basso // *European Journal of Plant Pathology*. – 2021. – Vol. 159, № 4. – P. 789–802.

УДК 619:616.61-003.7:616.99:615.33

РОЛЬ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ УРОПАТОГЕНОВ В ПАТОГЕНЕЗЕ СТРУВИТНОГО УРОЛИТИАЗА КАК ВОЗВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Данченков А.А., Спасская Т.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет
Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева»,
г. Калуга, Российская Федерация

В статье представлен анализ современных подходов к диагностике и лечению струвитного уролитиаза у мелких домашних животных.

*Показано, что ранняя диагностика, основанная на микробиологическом исследовании мочи и оценке локальной антибиотикорезистентности, в сочетании с комплексным лечением, включающим хирургическое удаление конкрементов и целенаправленную противомикробную терапию, позволяет существенно снизить частоту рецидивов и повысить эффективность лечения. **Ключевые слова:** струвитный уролитиаз, антибиотикорезистентность, уропатогены, рецидив, диагностика, лечение, биопленки.*

THE ROLE OF UROPATHOGEN RESISTANCE TO ANTIBIOTICS IN THE PATHOGENESIS OF STRUCTURAL UROLITHIASIS AS A RETURNING DISEASE

Danchenkov A.A., Spasskaya T.A.

Timiryazev Russian State Agrarian University of the Moscow Agricultural Academy, Kaluga, Russian Federation

The article provides an analysis of modern approaches to the diagnosis and treatment of struvite urolithiasis in small domestic animals. It is shown that early diagnosis based on microbiological urine testing and assessment of local antibiotic resistance, combined with comprehensive treatment that includes surgical removal of stones and targeted antimicrobial therapy, can significantly reduce the frequency of recurrences and improve the effectiveness of treatment.

Keywords: struvite urolithiasis, antibiotic resistance, uropathogens, relapse, diagnosis, treatment, biofilms.

Введение. Мочекаменная болезнь (МКБ) является одной из наиболее распространенных патологий мочевыделительной системы у животных, характеризующейся высоким уровнем рецидивирования. В структуре уролитиаза струвитный (инфекционный) тип занимает особое место, поскольку его формирование и рост неразрывно связаны с наличием уреазопродуцирующей микрофлоры. В последние десятилетия проблема рецидивирующего струвитного уролитиаза приобрела новую актуальность в контексте глобальной угрозы антибиотикорезистентности. Неэффективность стандартной антибактериальной терапии, обусловленная устойчивостью уропатогенов, создает условия для персистенции инфекции, хронизации воспалительного процесса и, как следствие, непрерывного формирования и роста конкрементов. Это превращает струвитный уролитиаз в классическое «возвращающееся заболевание», где хирургическое удаление камня без адекватной санации мочевых путей не приводит к излечению, а лишь устраняет следствие, не влияя на причину. Настоящая работа посвящена анализу механизмов, посредством которых антибиотикорезистентность уропатогенов способствует патогенезу и рецидивированию струвитного уролитиаза.

Материалы и методы исследований. Для анализа проблемы был проведен обзор и синтез данных современной научной литературы, а также использованы результаты собственных клинико-лабораторных исследований, выполненных на базе ветеринарного центра. Объектом исследования послужили 120 животных (преимущественно коты и кобели)

с подтвержденным диагнозом струвитного уролитиаза и анамнезом рецидивов.

1. Лабораторная диагностика. Материалом для исследования служила моча, полученная путем цистоцентеза, и фрагменты удаленных хирургическим путем конкрементов. Проводилось стандартное бактериологическое исследование с количественным определением уропатогенов. Идентификация микроорганизмов осуществлялась с использованием автоматических бактериологических анализаторов.

2. Определение чувствительности. Чувствительность выделенных культур к антимикробным препаратам (АМП) тестировалась диско-диффузионным методом в соответствии с клиническими рекомендациями.

3. Молекулярно-генетический анализ. Для выявления механизмов резистентности у штаммов *Escherichia coli* и *Klebsiella pneumoniae* проводился ПЦР-анализ на наличие генов, кодирующих бета-лактамазы расширенного спектра (БЛРС, bla CTX-M, bla SHV) и карбапенемазы.

4. Анализ состава камней. Химический состав конкрементов определялся методом инфракрасной спектроскопии для подтверждения их струвитной природы (состоят из магния-аммоний-фосфата).

Результаты исследований. Анализ полученных данных позволил выявить ключевые закономерности, связывающие антибиотикорезистентность и рецидивирующий характер струвитного уролитиаза.

1. Высокая инфицированность и этиологическая структура. Бактериурия была выявлена у 91% животных с рецидивирующим струвитным уролитиазом. В структуре возбудителей доминировали уреазопродуцирующие микроорганизмы: *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*. Их способность продуцировать уреазу приводит к гидролизу мочевины с образованием аммиака и гидроксид-ионов, что вызывает защелачивание мочи (повышение pH). В щелочной среде происходит перенасыщение мочи ионами магния, аммония и фосфата, что является необходимым условием для precipitation и кристаллизации струвита. Таким образом, хроническая инфекция выступает в роли триггера камнеобразования.

2. Высокий уровень антибиотикорезистентности. Исследование показало критически высокий уровень устойчивости выделенных уропатогенов к основным группам антибиотиков. Устойчивость к цефалоспорином III-IV поколения среди госпитальных штаммов энтеробактерий составила более 80%. У изолятов *E. coli* гены кластера bla CTX-M-1 были обнаружены в 34% случаев, а продукция карбапенемаз – в 24% случаев. Среди штаммов *K. pneumoniae* продукция БЛРС кластера bla SHV составила 87,5%, а карбапенемаз – 68,7%.

3. Формирование биопленок. Было установлено, что антибиотики в субингибирующих концентрациях или препараты, к которым уропатогены резистентны, не только не подавляют рост бактерий, но и стимулируют формирование ими биопленок на поверхности мочевых камней и уротелия. Биопленка представляет собой сложное микробное сообщество, заключенное в экзополисахаридный матрикс. Она служит физическим барьером для проникновения антибиотиков и клеток иммунной системы, а

также является резервуаром хронической инфекции. Остатки конкрементов и биопленок после хирургического вмешательства служат матрицей для быстрого рецидива камнеобразования.

4. Корреляция с рецидивами. Сравнительный анализ показал прямую зависимость между наличием полирезистентной уреазопродуцирующей флоры и частотой рецидивов МКБ. У животных, в моче которых высевались резистентные штаммы, рецидивы в течение первого года после операции наблюдались в 45% случаев, тогда как при отсутствии инфекции или наличии чувствительной флоры этот показатель не превышал 16%.

Заключение. Проведенное исследование убедительно доказывает, что антибиотикорезистентность уропатогенов является не просто сопутствующим фактором, а ключевым патогенетическим звеном в развитии рецидивирующего струвитного уролитиаза. Устойчивость к антибактериальным препаратам обеспечивает персистенцию уреазопродуцирующей микрофлоры в мочевыделительной системе животного.

Этот хронический инфекционный процесс поддерживает щелочную реакцию мочи и создает условия для непрерывного формирования новых конкрементов на основе матрицы из биопленок и остаточных фрагментов камней. Хирургическое лечение в таких условиях носит паллиативный характер и без адекватной пред- и послеоперационной терапии, основанной на данных о локальной антибиотикорезистентности и направленной на эрадикацию инфекции и разрушение биопленок (например, с помощью ингибиторов уреазы или фаговых препаратов), обречено на неудачу.

Таким образом, для успешного лечения струвитного уролитиаза как возвращающегося заболевания необходим комплексный подход: сочетание малоинвазивных методов удаления конкрементов с обязательной деколонизацией мочевых путей от резистентной микрофлоры и разрушением биопленок. Ведение таких пациентов требует обязательного микробиологического мониторинга и разработки протоколов эмпирической терапии с учетом локальных данных по антибиотикорезистентности.

Литература. 1. Данилина, А. В. Хирургические методы лечения мочекаменной болезни собак / А. В. Данилина, Т. А. Спасская // *Материалы Международной научно-практической конференции школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 155-летию со дня рождения Александра Васильевича Леонтовича, Калуга, 17 декабря 2024 года.* – Калуга: ИП Якунина В.А., 2025. – С. 138–143. – EDN KBTYJA. 2. Комарова, Е. А. Проблема антибиотикорезистентности у домашних животных / Е. А. Комарова, М. А. Исаев, Т. А. Спасская // *Материалы Международной научно-практической конференции школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 155-летию со дня рождения Александра Васильевича Леонтовича, Калуга, 17 декабря 2024 года.* – Калуга: ИП Якунина В.А., 2025. – С. 178–182. – EDN DRDHWJ.