

# ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

## ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



УДК 619:618.96:569.822.2–086

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-4-27-34>

### Биохимические параметры сыворотки крови у кошек с нефрокардиальным синдромом

К.Е. Белкин , Ю.А. Ватников , Е.Д. Сотникова , Е.А. Нотина , Е.А. Кротова

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Российская Федерация

✉ [sotnikova\\_ed@rudn.ru](mailto:sotnikova_ed@rudn.ru)

EDN: MZIYHW

#### Аннотация

**Введение.** Нефрокардиальный синдром (НКС) — это комплекс взаимосвязанных нарушений, при котором хроническая болезнь почек (ХБП) приводит к развитию вторичной миокардиальной дисфункции и структурному ремоделированию сердца. ХБП является одним из наиболее распространенных патологических состояний у кошек старшего возраста, и хотя случаи развития у кошек нефрокардиального синдрома описаны в литературе, его точные патофизиологические механизмы остаются не до конца изученными. В частности, недостаточно научных данных, касающихся роли системного воспаления, нарушений белкового и энергетического обмена в патогенезе и прогрессировании НКС. Целью настоящего исследования явилось комплексное изучение биохимических параметров сыворотки крови у кошек с нефрокардиальным синдромом для выявления специфических паттернов нарушений и разработки усовершенствованных методов диагностики и терапии.

**Материалы и методы.** В ходе ретроспективного анализа изучены 82 истории болезни кошек, поступивших на лечение в московские ветеринарные клиники за период с 2021 по 2025 гг. Было сформировано две опытные группы животных (37 кошек с НКС; 23 кошки с ХБП без кардиальных осложнений) и одна контрольная (22 здоровые кошки). Методы исследования включали биохимический анализ сыворотки крови (общий белок, фракции альбуминов/глобулинов, С-реактивный белок, маркеры азотемии и кетонемии), а также инструментальные методы (эхокардиография, ЭКГ).

**Результаты исследования.** У кошек с НКС выявлена выраженная диспротеинемия: гипоальбуминемия ( $28,1 \pm 0,5$  г/л против  $34,2 \pm 0,6$  г/л в контроле), гиперглобулинемия ( $42,6 \pm 1,4$  г/л), значительное снижение альбумин-глобулинового коэффициента ( $0,69 \pm 0,03$  против  $1,02 \pm 0,07$  в контроле). Уровень С-реактивного белка у животных с НКС превышал показатели как здоровых кошек ( $164,1 \pm 5,6$  г/л против  $82,9 \pm 1,4$  г/л), так и группы с ХБП без кардиальных осложнений ( $128,5 \pm 3,2$  г/л), что подтверждает наличие системного воспаления. Параметры азотемии (мочевина, креатинин, СДМА) не имели значимых различий между группами с ХБП и НКС, но были повышены относительно контроля.





**Обсуждение и заключение.** Обнаружен усиленный кетогенез у кошек с обеими патологиями, вероятно, связанный с уремической интоксикацией и катаболическими процессами. НКС у кошек характеризуется выраженным системным воспалением, нарушением белкового обмена и метаболическими сдвигами. Полученные результаты подчёркивают важность интеграции оценки воспалительных и метаболических маркеров в диагностику НКС, а также необходимость дальнейших исследований для установления причинно-следственных связей в рамках нефрокардиального континуума.

**Ключевые слова:** нефрокардиальный синдром, диагностика, биохимические параметры, вторичная кардиомиопатия, патогенез, кошки, хроническая почечная недостаточность

**Финансирование.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00090, <https://rscf.ru/project/24-26-00090/>

**Для цитирования.** Белкин К.Е., Ватников Ю.А., Сотникова Е.Д., Нотина Е.А., Кротова Е.А. Биохимические параметры сыворотки крови у кошек с нефрокардиальным синдромом. *Ветеринарная патология*. 2025;24(4):27–34. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-4-27-34>

## Biochemical Parameters of Blood Serum in Cats with Nephrocardial Syndrome

Konstantin E. Belkin , Yuri A. Vatnikov , Elena D. Sotnikova ✉, Elena A. Notina , Elena A. Krotova 

Peoples' Friendship University of Russia Named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russian Federation

✉ [sotnikova\\_ed@rudn.ru](mailto:sotnikova_ed@rudn.ru)

### Abstract

**Introduction.** Nephrocardial syndrome (NCS) is a complex of interrelated disorders, which includes chronic kidney disease (CKD) resulting in development of secondary myocardial dysfunction and structural cardiac remodeling. CKD is one of the most common pathologies in older cats. Although cases of nephrocardial syndrome in cats have been described in the literature, its precise pathophysiological mechanisms are still poorly understood. Particularly insufficient are the scientific data regarding the role of systemic inflammation and protein and energy metabolism disorders related to NCS pathogenesis and progression. The aim of the study is to investigate the biochemical parameters of blood serum in cats with nephrocardial syndrome for identifying the specific patterns of disorders and developing the improved diagnostic and therapeutic techniques.

**Materials and Methods.** A retrospective analysis of 82 medical records of cats admitted to the Moscow veterinary clinics in the period of 2021 — 2025 was conducted. Two experimental groups of animals were formed (37 cats with NCS; 23 cats with CKD without cardiac complications) and one control group (22 healthy cats). Research methods included serum biochemistry (total protein, albumin/globulin fractions, C-reactive protein, azotemia and ketonemia markers), as well as instrumental methods (echocardiography, ECG).

**Results.** In cats with NCS, pronounced dysproteinemia was revealed: hypoalbuminemia ( $28.1 \pm 0.5$  g/l versus  $34.2 \pm 0.6$  g/l in the control group), hyperglobulinemia ( $42.6 \pm 1.4$  g/l), a significant decrease in the albumin to globulin ratio ( $0.69 \pm 0.03$  versus  $1.02 \pm 0.07$  in the control group). The level of C-reactive protein in animals with NCS exceeded the values of both healthy cats ( $164.1 \pm 5.6$  g/l versus  $82.9 \pm 1.4$  g/l) and the cats from the group with CKD without cardiac complications ( $128.5 \pm 3.2$  g/l), which confirms the presence of systemic inflammation. Azotemia parameters (urea, creatinine, SDMA) did not significantly differ in groups with CKD and NCS, but were higher, compared to the control group.

**Discussion and Conclusion.** The increased ketogenesis was detected in cats with both pathologies, which is likely due to uremic intoxication and catabolic processes. NCS in cats is characterized by pronounced systemic inflammation, impaired protein metabolism, and metabolic shifts. The obtained results emphasize the importance of integrating inflammatory and metabolic markers interpretation into the diagnostics of NCS, as well as the need for further research to establish the cause-and-effect relationships within the nephrocardial continuum.

**Keywords:** nephrocardial syndrome, diagnostics, biochemical parameters, secondary cardiomyopathy, pathogenesis, cats, chronic kidney disease

**Funding.** The research was conducted at the expense of the grant No. 24-26-00090 of the Russian Science Foundation, <https://rscf.ru/project/24-26-00090/>

**For citation.** Belkin KE, Vatnikov YuA, Sotnikova ED, Notina EA, Krotova EA. Serum Biochemical Parameters in Cats with Nephrocardial Syndrome. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025; 24(4):27–34. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-4-27-34>

**Введение.** Хроническая болезнь почек (ХБП) — распространённое у кошек старшего возраста прогрессирующее заболевание, значительно повышающее риск смерти [1]. На фоне ХБП нередко развиваются сопутствующие патологии, включая гипертонию, поражения печени, гиперпаратиреоз, электролитные нарушения и анемию [2, 3]. Благодаря прогрессу в ветеринарной нефрологии, многие кошки теперь живут дольше, но при этом у них может развиваться вторичное поражение сердца на фоне почечной дисфункции [4–7]. Это состояние известно как нефрокардиальный синдром (НКС) — сочетание ХБП и вторичной кардиомиопатии [8, 9]. Исследования показывают, что системное воспаление играет ключевую роль в

прогрессировании как почечной, так и сердечной недостаточности у животных [10–12]. При кардиомиопатиях и болезнях клапанов сердца часто отмечается повышение маркеров воспаления (С-реактивного белка, фибриногена, цитокинов), а также изменения в анализах крови, такие как нейтрофилия и ускорение СОЭ [13–15]. Аналогичные изменения наблюдаются у кошек с ХБП.

Ещё одним важным фактором является нейрогормональная активация (ренин-ангиотензин-альдостероновая система, симпатическая нервная система): высокий уровень ангиотензина II усиливает окислительный стресс, воспаление и гибель клеток, ускоряя повреждение почек и сердца [9]. Кроме того, медикаментозная терапия сама

по себе может способствовать развитию нефрокардиального и кардиоренального синдромов [16]. Например, петлевые диуретики (фуросемид, торасемид) способны вызывать гиповолемию и ухудшить кровоснабжение почек, одновременно активируя ренин-ангиотензин-альдостероновую систему, что усугубляет повреждение почечной и сердечной ткани [17, 18].

Описанные в литературе случаи нефрогенного поражения сердца у кошек не дают полного понимания механизма развития синдрома. В частности, остаётся неясной роль системного воспаления и нарушений белково-энергетического обмена в патогенезе НКС. Выявление специфических биохимических маркеров способно раскрыть ключевые механизмы формирования синдрома. *Цель исследования* — изучить профиль биохимических параметров (белкового обмена, маркеров воспаления, азотемии и кетонемии) сыворотки крови у кошек с нефрокардиальным синдромом для выявления характерных паттернов нарушений и разработки на их основе комплексного подхода к ранней диагностике и эффективной терапии данного коморбидного состояния.

**Материалы и методы.** Данные для ретроспективного анализа были взяты из 82 историй болезни кошек, поступивших на лечение в ветеринарные клиники г. Москвы («Ветлайф», «Эпиона», «Зооакадемия») за период с 2021 по 2025 гг. Было сформировано две опытные группы животных (37 кошек с НКС; 23 кошки с ХБП без кардиальных осложнений) и одна контрольная (22 здоровые кошки).

Критерии исключения для всех групп: острое повреждение почек; прerenальная либо постренальная азотемия; инфекционные, токсические или обструктивные нефропатии (включая пиелонефрит); острые воспалительные процессы; патологии печени, поджелудочной железы, онкологические заболевания; вирусносительство FeLV/FIV; агрегация тромбоцитов, искажающая гематологический анализ.

Основную опытную группу (НКС, n=37) составили кошки, соответствующие следующим диагностическим критериям: ХБП III–IV стадии по классификации IRIS (средний показатель  $3,4 \pm 0,1$ ); подтверждённая кардиомиопатия, проявляющаяся концентрической гипертрофией левого желудочка и/или дилатацией левого предсердия; средний возраст —  $132,9 \pm 4,9$  месяцев.

Вторую опытную группу (ХБП без кардиальных осложнений, n=23) составили животные, соответствующие следующим критериям включения: ХБП III–IV стадии по IRIS (средний показатель  $3,4 \pm 0,1$ ) и отсутствие структурных изменений сердца по данным эхокардиографии. Средний возраст —  $131,4 \pm 7,3$  месяцев.

Контрольная группа (n=22) включала здоровых кошек (средний возраст —  $126,1 \pm 6,5$  месяцев), которые

отбирались на основе следующих критериев: отсутствие клинических отклонений; нормальные лабораторные показатели; отрицательные тесты на FeLV/FIV. Этим животным в ветклиниках проводили плановый предоперационный осмотр либо диспансеризацию.

Для формирования групп и верификации диагноза применяли лабораторные исследования. Гематологический анализ выполняли с помощью автоматического анализатора HEMAX 53 VET (B&E Bio-technology Co., Ltd, Китай) [1, 18]. Лейкоформулу определяли в мазках по Романовскому-Гимза. Биохимические параметры сыворотки крови (мочевина, креатинин, общий белок, альбумин) определяли с помощью анализатора CS-600B (Dirui Industrial Co., Ltd., Китай) [17]. Также использовали такие инструментальные методы, как эхокардиография и электрокардиография [9].

Статистический анализ на первом этапе включал проверку нормальности распределения (тест Шапиро-Уилка). На втором этапе осуществляли сравнение групп с помощью t-критерия Стьюдента (для параметрических данных). При этом данные представлены как  $M \pm m$  (среднее  $\pm$  стандартная ошибка). Уровень статистической значимости определяли по критерию Манна-Уитни и считали достоверной при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** Исследование биохимических параметров сыворотки крови, отражающих состояние белкового обмена, играет ключевую роль в понимании патогенеза нефрокардиального синдрома у кошек (таблица 1).

Анализ белкового обмена и маркеров воспаления при нефрокардиальном синдроме у кошек имеет особую практическую значимость в понимании патогенетических механизмов при коморбидной нефрокардиальной патологии. Относительно характеристик основных белковых фракций у больных животных важно отметить следующее: концентрация общего белка в сыворотке крови оказалась достоверно повышена при НКС, по сравнению с группой ХБП. Параллельно с этим, сывороточная концентрация альбуминов у животных как с ХБП, так и с НКС, оказалась значительно снижена относительно контроля. При этом межгрупповая значимость по данному биохимическому параметру оказалась весьма существенной (НКС относительно ХБП). Что касается глобулиновой фракции сыворотки крови, необходимо акцентировать внимание на наличии более выраженной гиперглобулинемии у животных при НКС, по сравнению с ХБП. А/Г соотношение у животных при ХБП, по сравнению с группой здоровых кошек, статистически не отличалось. Однако этот параметр значимо снижался при НКС, по сравнению как с ХБП, так и с контролем.

Таблица 1

Биохимические параметры сыворотки крови у кошек трех групп (n=82), характеризующие белковый метаболизм

Параметр	Контроль (здоровые кошки, n=22)	Опытные группы (больные кошки)		Статистическая значимость (критерий Манна-Уитни)		
		ХБП (n=23)	НКС (n=37)	p1	p2	p3
Общий белок, г/л	69,9±1,6	66,6±2,1	70,7±1,4	≤0,1	≤1	≤0,05
Альбумины, г/л	34,2±0,6	31,6±0,7	28,1±0,5	≤0,05	≤0,001	≤0,001
Глобулины, г/л	35,7±1,7	34,9±2,1	42,6±1,4	≤0,5	≤0,01	≤0,01
А/Г соотношение, ед	1,02±0,07	0,97±0,06	0,69±0,03	≤1	≤0,001	≤0,001
Альфа1-глобулины, г/л	7,0±0,3	8,7±0,2	11,8±0,4	≤0,001	≤0,001	≤0,001
Альфа2-глобулины, г/л	7,1±0,2	8,6±0,2	10,6±0,2	≤0,001	≤0,001	≤0,001
Бета-глобулины, г/л	8,6±0,5	14,9±0,7	17,6±0,4	≤0,001	≤0,001	≤0,01
Гамма-глобулины, г/л	13,5±1,4	6,8±1,3	8,1±0,9	≤0,001	≤0,01	≤0,5
С-реактивный белок, г/л	82,9±1,4	128,5±3,2	164,1±5,6	≤0,001	≤0,001	≤0,001

*Примечание:* ХБП — хроническая болезнь почек;

НКС — нефрокардиальный синдром;

p1 — между здоровыми и больными хронической почечной недостаточностью кошками;

p2 — между здоровыми и больными НКС кошками;

p3 — между больными хронической почечной недостаточностью и НКС кошками.

Фракционный анализ глобулинов показывает, что при НКС, в сравнении с ХБП, отмечалось значимое повышение сывороточной концентрации α1-, α2- β и глобулинов на фоне резкого снижения концентрации γ-глобулинов. Аналогичные изменения, но в меньшей степени, установлены и в группе ХБП, в сравнении с контролем. В сыворотке крови кошек с НКС определяли также концентрацию такого маркера воспаления, как С-реактивный белок. Данный биохимический тест оказался повышенным у кошек с ХБП (относительно контроля). Однако максимальное повышение сывороточной концентрации С-реактивного белка установлено нами при НКС (относительно контроля и ХБП).

Таким образом, в организме кошек с НКС наблюдается выраженная диспротеинемия, которая манифестируется гипоальбуминемией, гиперальфаглобулинемией (особенно α1-фракции), значительным повышением сывороточной концентрации β-глобулинов.

Т. е. в патогенезе развития и прогрессирования НКС у кошек установлен выраженный воспалительный компонент. Данный тезис также подтверждается резким ростом сывороточной концентрации С-реактивного белка. Развитие выраженной системной воспалительной реакции установлено также в других исследованиях при почечной и сердечной недостаточности. Степень воспалительной реакции коррелирует с тяжестью состояния при многих хронических болезнях. Полученные данные свидетельствуют о наличии более выраженного системного воспаления у домашних кошек с НКС, значимом нарушении белкового обмена, высоковероятном синергизме почечного и сердечного повреждения, и требует отдельного детального анализа для понимания патогенетических механизмов.

Данные об оценке уровня азотемии у больных кошек представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка параметров азотемии у кошек трех групп (n=82)

Параметр	Контроль (здоровые кошки, n=22)	Опытные группы (больные кошки)		Статистическая значимость (критерий Манна-Уитни)		
		ХБП (n=23)	НКС (n=37)	p1	p2	p3
Мочевина, ммоль/л	6,8±0,3	28,9±1,1	29,9±0,6	≤0,001	≤0,001	≤1
Креатинин, кмоль/л	104,0±8,4	356,6±11,0	390,4±13,1	≤0,001	≤0,001	≤0,1
Мочевина/креатинин, ед	81,8±12,3	83,6±4,8	79,9±3,2	≤0,1	≤0,1	≤0,5
СДМА, мкг/дл	12,2±0,7	34,0±2,0	36,2±1,0	≤0,001	≤0,001	≤0,5

*Примечание:* ХБП — хроническая болезнь почек;

НКС — нефрокардиальный синдром;

СДМА — симметричный диметиларгинин;

p1 — между здоровыми и больными хронической почечной недостаточностью кошками;

p2 — между здоровыми и больными НКС кошками;

p3 — между больными хронической почечной недостаточностью и НКС кошками.

Такой биохимический параметр, характеризующий степень азотемии, как мочевины, оказался достоверно повышенным и при ХБП, и при НКС (относительно контроля). Межгрупповых различий в сывороточной концентрации мочевины между кошками с ХБП и НКС не выявлено. Важнейшим биохимическим параметром уровня азотемии у мелких животных считается креатинин — как конечный продукт метаболизма креатина. Установлено значительное повышение уровня креатинина в сыворотке крови кошек с ХБП и НКС (относительно контроля). При этом различий между группами с ХБП и НКС не обнаружено. Соотношение «мочевина/креатинин» не имело статистически значимых различий между тремя группами животных. Такой маркер

почечной дисфункции, как СДМА, оказался статистически значимо повышенным у животных с ХБП и НКС (относительно контроля). Одновременно с этим, данный биохимический параметр не отличался между опытными группами с патологиями (НКС против ХБП).

В оценке метаболических изменений в организме кошек с ХБП и НКС важно учитывать концентрацию кетонных тел — как промежуточных продуктов обмена липидов, жиров и углеводов. Нами установлена значимая кетонемия у кошек с ХБП (относительно контроля), так и с НКС (относительно контроля) (рис. 1). Однако межгрупповых различий у кошек с патологиями (НКС против ХБП) не выявлено.

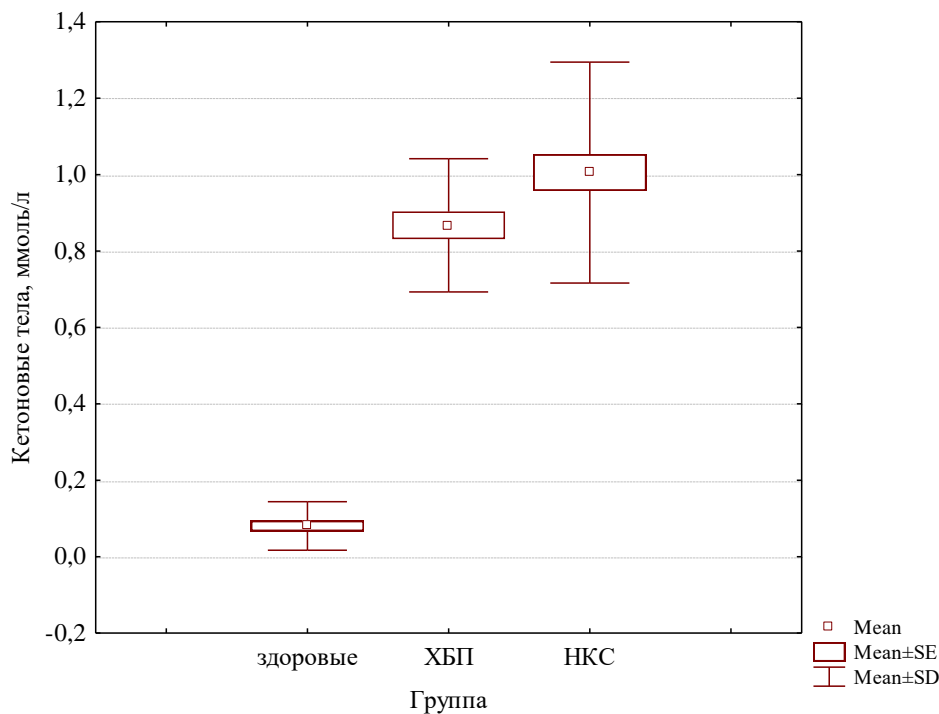


Рис. 1. Кетонемия у кошек с нефрокардиальным синдромом

Таким образом, характеристики биохимических показателей сыворотки крови кошек, больных ХБП и НКС, свидетельствуют об отсутствии дополнительного влияния кардиального компонента на уровень азотемии. Установлены значимые метаболические нарушения: усиленный кетогенез как при ХБП, так и при НКС. Кетогенез при ХБП у кошек также был отмечен в другом исследовании [17]. У кошек с НКС нами отмечен системный воспалительный синдром, который проявляется диспротеинемией. Концентрация СДМА в сыворотке крови кошек с НКС подтверждает почечную дисфункцию, но не отражает кардиальное вовлечение патофизиологических механизмов. Метаболические нарушения (кетогенез) могут быть связаны с уремической интоксикацией, нарушениями энергетического обмена, сопутствующим катаболическим статусом.

Для оценки степени тяжести течения НКС у кошек особое значение имеет анализ таких показателей сыворотки крови, как общий белок и его фракции, альбумин-глобулиновый коэффициент, белково-катаболические маркеры. Эти параметры четко отражают нарушения синтетической функции печени, потерю белка через поврежденный почечный фильтр, системный воспалительный ответ, метаболические изменения при развитии нефрокардиального континуума.

**Обсуждение и заключение.** Проведенное исследование выявило ключевые различия в биохимических параметрах у кошек с хронической болезнью почек и нефрокардиальным синдромом, подчеркивая роль системного воспаления и метаболических нарушений. НКС у кошек патогенетически характеризуется выраженным воспалительным компонентом, которая манифестируется диспротеинемией (гипоальбуминемия,



гиперальфа- и бета-глобулинемия), а также резким повышением сывороточной концентрации С-реактивного белка. Параметры азотемии (мочевина, креатинин, СДМА) значимо повышены при обеих патологиях, но не различаются между группами кошек с ХБП и НКС. Это свидетельствует о том, что кардиальный компонент нефрокардиального синдрома не усугубляет азотемию, но усиливает воспалительный ответ. У больных кошек верифицировали наличие умеренной кетонемии, что связано с уремической интоксикацией и высоким катаболическим статусом.

Результаты исследования подчеркивают необходимость интегративной оценки воспалительных и метаболических маркеров при нефрокардиальном синдроме у животных, а также проведения дальнейших исследований для определения причинно-следственных связей в нефрокардиальном континууме. Это поможет усовершенствовать методы диагностики и стратегии терапии, направленные на контроль воспаления и метаболического дисбаланса.

### Список литературы / References

1. Conroy M, Brodbelt DC, O'Neill D, Chang YM, Elliott J. Chronic Kidney Disease in Cats Attending Primary Care Practice in the UK: A VetCompass<sup>TM</sup> Study. *Veterinary Record*. 2019;184(17):526. <https://doi.org/10.1136/vr.105100/10.1136/vr.105100>
2. Brown CA, Elliott J, Schmiedt CW, Brown SA. Chronic Kidney Disease in Aged Cats: Clinical Features, Morphology, and Proposed Pathogeneses. *Veterinary Pathology*. 2016;53(2):309–26. <https://doi.org/10.1177/0300985815622975>
3. Spencer S, Wheeler-Jones C, Elliott J. Hypoxia and Chronic Kidney Disease: Possible Mechanisms, Therapeutic Targets, and Relevance to Cats. *The Veterinary Journal*. 2021;274:105714. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105714>
4. Summers S, Quimby J. Insights into the Gut-Kidney Axis Cats and Dogs. *Veterinary Journal*. 2024;306:106181. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2024.106181>
5. Петрова Н.С., Глебов В.В. Результаты ультразвукового исследования хронической болезни почек домашних кошек на территории столичного мегаполиса. *Вестник НГАУ*. 2023;(2(67)):229–236. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-67-2-229-236>
- Petrova NS, Glebov VV. Results of the Ultrasonic Study of Chronic Kidney Disease in Domestic Cats in the Territory of the Capital Megapolis. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2023;(2(67)):229–236. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-67-2-229-236>
6. Бычкова В.А., Гончарова А.В., Костылев В.А. Протеинурия у кошек с хронической болезнью почек как фактор дополнительного повреждения. *Ветеринарная морфология и патология*. 2024;3:36–41. URL: [https://disk.vetmorph.ru/2024-03/5\\_ВМП%202024-3\\_Протеинурия%20у%20кошек%20с%20хронической%20болезнью%20почек.pdf](https://disk.vetmorph.ru/2024-03/5_ВМП%202024-3_Протеинурия%20у%20кошек%20с%20хронической%20болезнью%20почек.pdf) (дата обращения: 11.11.2025).
- Bychkova VA, Goncharova AV, Kostylev VA. Proteinuria in Cats with Chronic Kidney Disease as a Factor of Additional Damage. *Veterinary Morphology and Pathology*. 2024;(3):36–41. (In Russ.) URL: [https://disk.vetmorph.ru/2024-03/5\\_ВМП%202024-3\\_Протеинурия%20у%20кошек%20с%20хронической%20болезнью%20почек.pdf](https://disk.vetmorph.ru/2024-03/5_ВМП%202024-3_Протеинурия%20у%20кошек%20с%20хронической%20болезнью%20почек.pdf) (accessed: 11.11.2025).
7. Инатуллаева Л.Б., Ватников Ю.А., Вилковыский И.Ф., Воронина Ю.Ю. Гистологические изменения в почках при хронической болезни почек у кошек, связанные с отложением амилоида. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2017;5:25–31.
- Inatullaeva LB, Vatinikov YuA, Vilkovyskiy IF, Voronina Yu.Yu. Gistologicheskiye izmeneniya v pochkah pri khronicheskoy bolezni pochek u koshek, svyazannyye s otlozheniyem amiloida. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2017;5:25–31. (In Russ.)
8. Ватников Ю.А., Сотникова Е.Д., Бяхова В.М., Петрухина О.А., Матвеев А.В., Родионова Н.Ю., и др. Особенности развития гепатокардиального синдрома у собак с дилатационной кардиомиопатией. *Ветеринария*. 2022;(10):52–57. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.10.52-57>
- Vatinikov Yu.A., Sotnikova E.D., Byakhova V.M., Petrukhina O.A., Matveev A.V., Rodionova N.Yu., Rudenko A.A. Osobennosti razvitiya gepatokardial'nogo sindroma u sobak s dilatatsionnoy kardiomiopatiyei. *Veterinariya*. 2022;10:52–57. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.10.52-57> (In Russ.)
9. Ватников Ю.А., Вилковыский И.Ф., Щуров И.В., Сотникова Е.Д., Бяхова В.М., Петрухина О.А., и др. Клинико-эхокардиографическая характеристика кардиоренального синдрома у собак, больных эндокардиозом двусторчатого клапана. *Вестник КрасГАУ*. 2025;(1(214)):100–110. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-1-100-110>
- Vatinikov YuA, Vilkovyskiy IF, Shchurov IV, Sotnikova ED, Byakhova VM, Petrukhina OA, Rudenko AA. Clinical and Echocardiographic Characteristics of Cardiorenal Syndrome in Dogs with Bicuspid Valve Endocardiosis. *Bulliten of KSAU*. 2025;(1):100–110. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-1-100-110> (In Russ.)
10. Carvalho L, Kelley D, Labato MA, Webster CR. Hyperammonemia in Azotemic Cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2021;23(8):700–707. <https://doi.org/10.1177/1098612x20972039>

11. Rogg S, Mochel JP, Kundu D, Tropf MA, Masters AK, Adin DB, et al. Frequency and Progression of Azotemia during Acute and Chronic Treatment of Congestive Heart Failure in Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2025;39(1):e17254. <https://doi.org/10.1111/jvim.17254>
12. Krofič Žel M, Nemec Svete A, Tozon N, Pavlin D. Hemogram-Derived Inflammatory Markers in Cats with Chronic Kidney Disease. *Animals*. 2024;14(12):1813. <https://doi.org/10.3390/ani14121813>
13. Chen H, Dunaevich A, Apfelbaum N, Kuzi S, Mazaki-Tovi M, Aroch I, Segev G. Acute on Chronic Kidney Disease in Cats: Etiology, Clinical and Clinicopathologic Findings, Prognostic Markers, and Outcome. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2020;34(4):1496–1506. <https://doi.org/10.1111/jvim.15808>
14. Loane SC, Thomson JM, Williams TL, McCallum KE. Evaluation of Symmetric Dimethylarginine in Cats with Acute Kidney Injury and Chronic Kidney Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2022;36(5):1669–1676. <https://doi.org/10.1111/jvim.16497>
15. Jing H, Hsu WL, Wu VC, Tsai HJ, Tsai SF, Tsai PJ, et al. Urine Hemojuvelin in Cats with Naturally Occurring Kidney Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2020;34(3):1222–1230. <https://doi.org/10.1111/jvim.15781>
16. Wang IC, Hsu WL, Wu PH, Yin HY, Tsai HJ, Lee YJ. Neutrophil Gelatinase-Associated Lipocalin in Cats with Naturally Occurring Chronic Kidney Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2017;31(1):102–108. <https://doi.org/10.1111/jvim.14628>
17. Gorman L, Sharkey LC, Armstrong PJ, Little K, Rendahl A. Serum Beta Hydroxybutyrate Concentrations in Cats with Chronic Kidney Disease, Hyperthyroidism, or Hepatic Lipidosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016;30(2):611–616. <https://doi.org/10.1111/jvim.13826>
18. Polzin DJ, Churchill JA. Controversies in Veterinary Nephrology: Renal Diets Are Indicated for Cats with International Renal Interest Society Chronic Kidney Disease Stages 2 to 4: The Pro View. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2016;46(6):1049–1065. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.06.005>

#### Об авторах:

**Константин Евгеньевич Белкин**, аспирант департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы (117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6), [ORCID, 1142220009@rudn.ru](https://orcid.org/1142220009@rudn.ru)

**Юрий Анатольевич Ватников**, доктор ветеринарных наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы (117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [vatnikov\\_yu@rudn.ru](mailto:vatnikov_yu@rudn.ru)

**Елена Дмитриевна Сотникова**, кандидат биологических наук, доцент, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы (117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [sotnikova\\_ed@rudn.ru](mailto:sotnikova_ed@rudn.ru)

**Елена Александровна Нотина**, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой иностранных языков аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы (117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [notina-ea@rudn.ru](mailto:notina-ea@rudn.ru)

**Елена Александровна Кротова**, кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы (117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [krotova-ea@rudn.ru](mailto:krotova-ea@rudn.ru)

#### Заявленный вклад авторов:

**К.Е. Белкин:** проведение экспериментов, статистический анализ, написание черновика рукописи.

**Ю.А. Ватников:** научное руководство, разработка концепции, валидация результатов.

**Е.Д. Сотникова:** методология и редактирование рукописи.

**Е.А. Нотина:** написание рукописи — обзор, перевод.

**Е.А. Кротова:** проведение исследования, статистический анализ.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

*About the Authors:*

**Konstantin E. Belkin**, PhD Student of the Veterinary Medicine Department of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia Named after Patrice Lumumba (6, Miklukho-Maklai Str., Moscow, 117198, Russian Federation), [ORCID, 1142220009@rudn.ru](https://orcid.org/1142220009@rudn.ru)

**Yuri A. Vatinikov**, Dr.Sci. (Veterinary), Professor, Director of the Veterinary Medicine Department of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia Named after Patrice Lumumba (6, Miklukho-Maklai Str., Moscow, 117198, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [vatinikov\\_yu@rudn.ru](mailto:vatinikov_yu@rudn.ru)

**Elena D. Sotnikova**, Cand.Sci.(Biology), Associate Professor of the Veterinary Medicine Department of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia Named after Patrice Lumumba (6, Miklukho-Maklai Str., Moscow, 117198, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [sotnikova\\_ed@rudn.ru](mailto:sotnikova_ed@rudn.ru)

**Elena A. Notina**, Cand.Sci.(Philology), Associate Professor, Head of the Foreign Languages Department of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia Named after Patrice Lumumba (6, Miklukho-Maklai Str., Moscow, 117198, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [notina-ea@rudn.ru](mailto:notina-ea@rudn.ru)

**Elena A. Krotova**, Cand.Sci. (Veterinary), Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia Named after Patrice Lumumba (6, Miklukho-Maklai Str., Moscow, 117198, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), [krotova-ea@rudn.ru](mailto:krotova-ea@rudn.ru)

*Claimed Contributorship:*

**KE Belkin:** conducting experiments and statistical analysis, writing the draft manuscript.

**YuA Vatinikov:** scientific supervision, development of a concept, validating results.

**ED Sotnikova:** developing methodology and editing the manuscript.

**EA Notina:** writing the manuscript, preparing a review, making translation.

**EA Krotova:** conducting the research and statistical analysis.

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

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Поступила в редакцию / Received 30.08.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 24.09.2025

Принята к публикации / Accepted 30.09.2025