

УДК: 616-008.82:612.014.463:636.71: 636.8.045
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.2.206

ОЦЕНКА ЭТИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ГИПЕРКАЛИЕМИИ У КОШЕК

Карпенко Л.Ю. – д-р биол. наук, проф., зав. каф. биохимии и физиологии (ORCID 0000-0002-2781-5993), **Козицына А.И.*** – канд. ветеринар. наук, доц. каф. биохимии и физиологии (ORCID 0000-0003-3005-0968), **Бахта А.А.** – канд. биол. наук, доц. каф. биохимии и физиологии (ORCID 0000-0002-5193-2487).

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины»

* anna.kozitzyna@yandex.ru

Ключевые слова: кошки, электролиты, калий, статистика, гиперкалиемия.
Keywords: feline, electrolytes, potassium, statistics, hyperkalemia.

Поступила: 13.05.2024

Принята к публикации: 10.06.2024

Опубликована онлайн: 28.06.2024



РЕФЕРАТ

Гиперкалиемия, или повышенный уровень калия в крови, может иметь серьезное влияние на организм. Высокие уровни калия могут быть как причиной, так и следствием нарушения функции клеток, включая клетки сердца, нервной системы, мышц и других органов. Цель представленного исследования заключалась в вы-

явлении и оценке этиологических причин, приводящих к развитию гиперкалиемии у кошек на территории г. Санкт-Петербурга с последующей статистической обработкой полученных результатов. В сыворотке крови определяли уровень общего белка, альбумина, глобулина, мочевины, креатинина, билирубина, глюкозы, калия, кальция, фосфора, натрия, хлора, а также активность ферментов аланинаминотрансферазы (АлАт), аспартатаминотрансферазы (АсАт) и щелочной фосфатазы. Исследование биохимических показателей проводилось по общепринятым методикам. Выявлено, что к наиболее частым причинам гиперкалиемии у кошек относятся нарушения работы мочевыделительной системы (52%) – острая почечная недостаточность, реже хроническая болезнь почек, а также болезни желудочно-кишечного тракта (24%), онкологические процессы (19%). Также выявлено, что выживаемость в течение 7 дней после постановки диагноза была примерно одинаковой в группах с разным уровнем гиперкалиемии и составила около 60-67%, что говорит о быстрой обратимости нежелательных реакций, возникающих в результате гиперкалиемии при своевременном вмешательстве. В дальнейшем исследование планируется расширить с охватом и анализом отдельных нозологических единиц и породных особенностей, а также особенностями рациона, соотношением со степенью тяжести состояния, анализом продолжительности жизни и выживаемости.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Повышение уровня калия в крови (гиперкалиемия) может оказать значительное влияние на организм животных и человека. Повышение калия может быть как причиной, так и следствием нарушения работы большого количества тканей – сердце, нервной системы, мышц, и любых других органов с интенсивными процессами передачи импульсов. [7] Так, например, повышенный уровень калия может привести к развитию аритмий, угнетению сердечного ритма, вплоть до тяжелой сердечной недостаточности. Касательно нервной системы, повышение уровня калия может вызывать нарушение координации движений, в тяжелых случаях и параличи, а в отношении мышечной ткани – мышечные судороги, слабость, вплоть до потери мышечной массы [11]. Помимо этого, последствия гиперкалиемии также могут затрагивать и желудочно-кишечный тракт, эндокринную систему, систему кроветворения и пр. [3, 5].

Наибольшую роль в поддержании оптимального уровня калия в крови играют почки за счет процессов фильтрации, реабсорбции и выведения излишков калия с участием альдостероновой системы. При снижении функции почек эти процессы нарушаются, что в свою очередь приводит к развитию гиперкалиемии. Также, некоторые состояния и болезни, а также эндокринные нарушения, могут привести к ухудшению работы данных механизмов, а значит и к повышению уровня калия в крови [9].

Считается, что степень влияния гиперкалиемии на организм зависит не только от уровня повышения калия, но и от скорости развития данного состояния, а также от общего состояния органов и систем [8, 12]. В настоящее время существует недостаточное количество информации о гиперкалиемии кошек – прогнозах, исходах и возможных причинах – большинство публикаций сконцентрировано на обструкции мочевыносящих протоков у кошек [1, 6, 10], однако, это не единственная причина гиперкалиемии у кошек [2, 4].

В представленном исследовании был проведен анализ биохимических показателей крови кошек, поступивших в частную ветеринарную клинику г. Санкт-Петербурга в летнее-осенний период. Цель представленного исследования заключалась в выявлении и оценке этиологических причин, приводящих к развитию гиперкалиемии у кошек на территории г. Санкт-Петербурга с последующей статистической обработкой полученных результатов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

В представленном исследовании был проведен анализ биохимических показателей крови 21 кошки, поступивших в частную ветеринарную клинику г. Санкт-Петербурга в летнее-осенний период. Средний вес и возраст кошек составили $4,57 \pm 2,14$ кг (минимальное значение веса 1,2 кг, максимальное значение веса 14,55 кг) и $8,58 \pm 5,71$ лет (минимальное значение возраста 10 месяцев, максимальное значение возраста 17 лет 8 месяцев). При отборе животных главным критерием служило наличие гиперкалиемии (уровень калия в крови более 5,2 ммоль/л). При оценке были использованы градации: легкая гиперкалиемия (при концентрации калия в сыворотке крови 5,2-6,2 ммоль/л), умеренная гиперкалиемия (при концентрации калия в сыворотке крови 6,2-8,5 ммоль/л) и тяжелая степень гиперкалиемии (при концентрации калия в сыворотке крови более 8,5 ммоль/л).

В сыворотке крови определяли уровень общего белка, альбумина, глобулина, мочевины, креатинина, билирубина, глюкозы, калия, кальция, фосфора, натрия, хлора, а также активность ферментов аланинаминотрансферазы (АлАт), аспартатаминотрансферазы (АсАт) и щелочной фосфатазы. Исследование биохимических показателей проводилось по общепринятым методикам. Статистическая обработка полученных данных включала вычисление среднего арифметического, определение стандартного отклонения, расчет достоверности по Стьюденту и выявление корреляционных

зависимостей между показателями по методу рангов (Спирмена) с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

При анализе полученных данных легкая степень гиперкалиемии наблюдалась в 62% случаев ($n=13$, $5,63 \pm 0,29$ ммоль/л), умеренная гиперкалиемия в 24% случаев ($n=5$, $7,19 \pm 0,52$ ммоль/л), тяжелая степень гиперкалиемии наблюдалась в 14% случаев ($n=3$, $9,86 \pm 0,18$ ммоль/л). Примечательно, что у самок встречалась только легкая степень гиперкалиемии ($n=6$, что составляет 29% случаев от общего числа и 46% случаев от числа животных с легкой степенью гиперкалиемии) в то время, как умеренная и тяжелая степени встречались только у самцов.

При анализе породного распределение в группе кошек с легкой степенью гиперкалиемии – в 62% случаев гиперкалиемия встречалась у беспородных кошек (8 животных из 13), остальные породы были представлены по 1 животному (шотландская вислоухая, бенгальская, персидская, британская породы и порода мейн-кун – 7% каждая). Среди животных с умеренной степенью гиперкалиемии в 80% случаев гиперкалиемия встречалась у беспородных кошек (4 животных из 5), в 20% случаев у кошки породы шотландская вислоухая (1 животное из 5). Среди животных с тяжелой степенью гиперкалиемии в 67% случаев гиперкалиемия встречалась у беспородных кошек (2 животных из 3), в 33% случаев у кошки британской породы (1 животное из 3).

При анализе причин развития гиперкалиемии в 19% случаев ($n=4$) причины были сочетанные, причем в 75% случаев они были представлены сочетанием наличием злокачественных новообразований и хронической болезни почек. Из общего количества изученных случаев, в 52% ($n=11$) причиной обращения в ветеринарную клинику были нефрогенные причины, причем в 33% ($n=7$) от общего числа и в 64% от числа животных с болезнями мочевыделительной системы – это была острая почечная недостаточность, развив-

шаяся в результате обструкции мочевыносящих путей, в 100% случаев это были самцы. В 24% случаев ($n=5$) причиной гиперкалиемии были болезни желудочно-кишечного тракта (инородное тело тонкого отдела кишечника, копростаз, болезнь печени, стоматит и острый энтерит). Злокачественные новообразования были выявлены у 19% животных ($n=4$). Инфекционные причины были выявлены у 19% животных ($n=4$).

Летальный исход в течение 7 дней после постановки диагноза наблюдался в 38% случаев ($n=8$). В 2 случаях была проведена эвтаназия по решению владельцев, исходя из неблагоприятных прогнозов. Наиболее частыми причинами летального исхода была хроническая болезнь почек ($n=5$), причем в 3 случаях это была острая почечная недостаточность, развившаяся в результате обструкции мочевыносящих протоков у самцов и из них 2 случая – эвтаназия. В 3 случаях гибель животных наступила в результате онкологического процесса, в 1 случае осложненная хронической болезнью почек. Еще в 1 случае причиной летального исхода была хроническая печеночная недостаточность. Из 8 животных, павших в течение 7 дней после постановки диагноза, 38% ($n=3$) были самками, а 62% ($n=5$) – самцами. При сопоставлении выживаемости со степенью гиперкалиемии было выявлено, что в группе животных с легкой степенью гиперкалиемии, 62% кошек ($n=8$) были живы в течение 7 дней после постановки диагноза, в группе кошек с умеренной степенью гиперкалиемии 60% ($n=3$) были живы в течение 7 дней после постановки диагноза, а в группе кошек с тяжелой степенью гиперкалиемии 67% ($n=2$). Следует уточнить, что летальный исход в группе животных с тяжелой степенью гиперкалиемии был в результате эвтаназии.

При корреляционной оценке зависимостей между показателем калия и другими показателями крови у кошек с гиперкалиемией были выявлены следующие данные. Сильная положительная и заметная положительная степени корреляции были выявлены между показателями мо-

чевины (0,74) и креатинина (0,65), что соотносится с частотой причин развития гиперкалиемии у кошек – болезни мочевыделительной системы. [6]

При сопоставлении с показателями электролитов – были выявлены отрицательная заметная степень с показателем общего кальция (-0,66), положительная заметная с показателем фосфора (0,58), отрицательная высокая с показателем натрия (-0,72) и отрицательная высокая с показателем ионизированного кальция (-0,87). Эти закономерности наиболее вероятно связаны с развитием метаболического ацидоза, что также приводит к развитию гипонатриемии и гипохлоремии. К причинам метаболического ацидоза можно отнести повышение уровня молочной кислоты, кетонных тел в крови, почечную недостаточность и потери бикарбонатов через желудочно-кишечный тракт и при почечной секреции. [3, 11]

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Калий играет важную роль в организме и имеет множество биологических функций в тканях, например, калий является одним из основных электролитов, необходимых для поддержания нормального электролитного баланса внутри и вне клеток. Это важно для регуляции осмотического давления, участия в передаче нервных импульсов, а также запуске многих биологических процессов в клетках, таких как синтез белков, обмен углеводов, регуляция pH и многое другое. Таким образом, калий имеет значительное биологическое значение в тканях, и его нормальный уровень в организме важен для поддержания множества жизненно важных функций.

В представленном исследовании выявлено, что к наиболее частым причинам гиперкалиемии у кошек относятся нарушения работы мочевыделительной системы (52%) – острая почечная недостаточность, реже хроническая болезнь почек, а также болезни желудочно-кишечного тракта (24%), онкологические процессы (19%). Также выявлено, что выживаемость в течение 7 дней после постановки диагноза была примерно одинаковой в

группах с разным уровнем гиперкалиемии и составила около 60-67%, что говорит о быстрой обратимости нежелательных реакций, возникающих в результате гиперкалиемии при своевременном вмешательстве. В дальнейшем исследование планируется расширить с охватом и анализом отдельных нозологических единиц и породных особенностей, а также особенностями рациона, соотношением со степенью тяжести состояния, анализом продолжительности жизни и выживаемости.

HYPERKALEMIA ETIOLOGICAL FACTORS IN FELINE ASSESSMENT

Karpenko L.Yu. – Doctor of Biological Sciences, Professor (ORCID 0000-0002-2781-5993), **Kozitcyna A.I.** * – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor (ORCID 0000-0003-3005-0968), **Bakhta A.A.** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor (ORCID 0000-0002-5193-2487).

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

* anna.kozitcyna@yandex.ru

ABSTRACT

Hyperkalemia, or elevated potassium levels in the blood, can have a serious effect on the body. High potassium levels can be both a cause and a consequence of impaired cell function, including cells of the heart, nervous system, muscles and other organs. The purpose of the presented study was to identify and evaluate the etiological causes leading to the development of hyperkalemia in cats in St. Petersburg with subsequent statistical processing of the results obtained. The serum levels of total protein, albumin, globulin, urea, creatinine, bilirubin, glucose, potassium, calcium, phosphorus, sodium, chlorine, as well as the activity of the enzymes alanine aminotransferase (AlAt), aspartate aminotransferase (AsAt) and alkaline phosphatase were determined. The study of biochemical parameters was carried out according to generally accepted methods. It was revealed that the most common causes

of hyperkalemia in cats include disorders of the urinary system (52%) – acute renal failure, less often chronic kidney disease, as well as diseases of the gastrointestinal tract (24%), oncological processes (19%). It was also revealed that the survival rate for 7 days after diagnosis was approximately the same in groups with different levels of hyperkalemia and amounted to about 60-67%, which indicates the rapid reversibility of adverse reactions resulting from hyperkalemia with timely intervention. In the future, the study is planned to expand with the capture and analysis of individual nosological units and breed characteristics, as well as dietary characteristics, the ratio to the severity of the condition, the analysis of life expectancy and survival.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1.Адельгейм, Е. Е. Оценка эффективности различных схем лечения острой задержки мочи у кошек / Е. Е. Адельгейм, А. И. Баргуева // Современные тенденции развития аграрной науки: Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции, Брянск, 07–08 декабря 2023 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 482-486.
- 2.Борисова, М. С. Гиперкалиемия в ветеринарной анестезиологической практике / М. С. Борисова // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и лабораторной диагностики: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.В. Рудакова, Санкт-Петербург, 25–26 мая 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2023. – С. 28-30.
- 3.Карпенко, Л. Ю. Оценка этиологических причин развития гиперкалиемии у собак / Л. Ю. Карпенко, А. И. Козицына, А. А. Бахта // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 2. – С. 242-247. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.2.242.
- 4.Козицына, А. И. Анализ частоты встречаемости электролитных нарушений крови кошек / А. И. Козицына, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: сборник научных трудов. Том № 153. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. – С. 35-37.
- 5.Куевда, Е. Н. Влияние электролитов крови на показатели артериального давления у собак и кошек / Е. Н. Куевда // Агробиологические основы адаптивно-ландшафтного ведения сельскохозяйственного производства: Сборник тезисов докладов участников Российской теоретической и научно-практической, юбилейной конференции, посвященной 100-летию создания Академии биоресурсов и природопользования, Симферополь, 12-16 октября 2018 года. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2018. – С. 183-186.
- 6.Назарова, А. В. Биохимические показатели сыворотки крови при острой задержке мочи у кошек / А. В. Назарова, Т. Ш. Кузнецова, Б. С. Семенов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2019. – № 1. – С. 96-99.
- 7.Патологическая физиология животных. Общая нозология. Типовые патологические процессы / О. В. Крячко, Л. А. Лукьянова, В. Н. Гапонова [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. – 151 с.
- 8.Смирнова, О. О. Изменения концентрации калия: что опаснее? / О. О. Смирнова // VetPharma. – 2014. – № 4(20). – С. 60-68.
- 9.Gough A Murphy KF John Wiley & Sons. Differential Diagnosis in Small Animal Medicine. 2nd ed. Oxford etc: Wiley Blackwell; 2016. – 466 p.
- 10.Jones JM, Burkitt-Creighton JM, Epstein SE. Treatment strategies for hyperkalemia secondary to urethral obstruction in 50 male cats: 2002-2017. J Feline Med Surg. 2022 Dec;24(12):e580-e587. doi: 10.1177/1098612X221127234. Epub 2022 Nov 9. PMID: 36350735; PMCID: PMC9742918.
- 11.Nelson RW Couto CG. Small Animal Internal Medicine. Sixth ed. St. Louis Mis-

souri: Elsevier/Mosby; 2020. 1578 p.7. Nelson RW Couto CG. Small Animal Internal Medicine. Sixth ed. St. Louis Missouri: Elsevier/Mosby; 2020. – 1578 p.

12. Thrall MA Weiser G Allison RW Campbell TW. Veterinary Hematology Clinical Chemistry and Cytology. Third ed. Chichester: Wiley Blackwell; 2022. – 1042 p.

REFERENCES

1. Adelheim, E. E. Evaluation of the effectiveness of various treatment regimens for acute urinary retention in cats / E. E. Adelheim, A. I. Bargueva // Modern trends in the development of agricultural science: A collection of scientific papers of the second international scientific and practical conference, Bryansk, December 07-08, 2023. – Bryansk: Bryansk State University, 2023. – pp. 482-486.

2. Borisova, M. S. Hyperkalemia in veterinary anesthesiological practice / M. S. Borisova // Topical issues of veterinary medicine and laboratory diagnostics: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor V.V. Rudakov, St. Petersburg, May 25-26, 2023. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2023. – pp. 28-30.

3. Karpenko, L. Yu. Assessment of the etiological causes of hyperkalemia in dogs / L. Yu. Karpenko, A. I. Kozitsyna, A. A. Bakhta // International Bulletin of Veterinary Medicine. - 2023. – No. 2. – pp. 242-247. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.2.242.

4. Kozitsyna, A. I. Analysis of the frequency of occurrence of electrolyte disorders in the blood of cats / A. I. Kozitsyna, L. Y. Karpenko, A. A. Bakhta // Actual problems of veterinary medicine: a collection of scientific papers. Volume No. 153. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2022. – pp. 35-37.

5. Kuevda, E. N. The influence of blood electrolytes on blood pressure in dogs and cats / E. N. Kuevda // Agrobiological foundations of adaptive landscape management of agri-

cultural production: A collection of abstracts of reports of participants of the Russian theoretical and scientific-practical anniversary conference dedicated to the 100th anniversary of the creation of the Academy of Bioresources and Environmental Management, Simferopol, October 12-16, 2018. – Simferopol: V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 2018. – pp. 183-186.

6. Nazarova, A.V. Biochemical parameters of blood serum in acute urinary retention in cats / A.V. Nazarova, T. S. Kuznetsova, B. S. Semenov // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. – 2019. – No. 1. – pp. 96-99.

7. Pathological physiology of animals. General nosology. Typical pathological processes / O. V. Kryachko, L. A. Lukyanova, V. N. Gaponova [et al.]. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2022. – 151 p.

8. Smirnova, O. O. Modification of potassium conjugation: Which is better? / O. O. Smirnova // Vetfarma. - 2014. – № 4(20). – Pp. 60-68.

9. Gough A. Murphy, C.F. John Wiley and Sons. Differential diagnosis in small animal medicine. 2nd ed. Oxford et al.: Wiley Blackwell; 2016. – 466 p.

10. Jones D.M., Burkitt-Creedon D.M., Epstein S.E. Strategies for the treatment of hyperkalemia secondary to urethral obstruction in 50 male cats: 2002-2017. J Feline medical surgery. December 2022; 24(12): e580-e587. doi: 10.1177/1098612X221127234. Epub 2022, November 9. PMID: 36350735; PMCID: PMC9742918.

11. Nelson R.U. Kuto K.G. Internal diseases of small animals. Sixth ed. St. Louis, Missouri: Elsevier/Mosby; 2020. 1578 p.7. Nelson R.W. Kuto K.G. Internal medicine of small animals. Sixth ed. St. Louis, Missouri: Elsevier/Mosby; 2020. – 1578 p.

12. Thrall M.A. Weiser G. Allison R.W. Campbell T.U. Veterinary hematology, clinical chemistry and cytology. Third ed. Chichester: Wiley Blackwell; 2022. – 1042 p.