

УДК 636.8.045

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-22-28>

Оригинальное исследование/Original research

Шабейкин А.А.,
Филимонова А.Д.,
Гулюкина И.А.,
Паршикова А.В.,
Патрикеев В.В.,
Шабейкина М.В.,
Шашурина Т.Е.,
Гришина Е.Е.

«Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН) 109428, Москва, Рязанский проспект д. 24 корп. 1, viev@mail.ru

Ключевые слова: Коронавирус, инфекционные болезни кошек, инфекционные болезни собак, городская эпизоотология, превалентность, геоинформационная система, московский мегаполис, CoVs, FCoV, FECV, FIP, CCoV.

Для цитирования: Шабейкин А.А., Филимонова А.Д., Гулюкина И.А., Паршикова А.В., Патрикеев В.В., Шабейкина М.В., Шашурина Т.Е., Гришина Е.Е. Эпизоотическая ситуация по коронавирусной инфекции животных-компаньонов на территории московского мегаполиса. *Аграрная наука*. 2020; 343 (11): 22–28.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-22-28>**Конфликт интересов отсутствует**

Shabeykin A.A.,
Filimonova A.D.,
Gulykina I.A.,
Parshikova A.V.,
Patrikeev V.V.,
Stepanova T.V.,
Shabeykina M.V.,
Shashurina T.E.,
Grishina E.E.

Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" (FSC VIEV) 24, Ryazanskiy prospect, bldg. 1, Moscow, 109428, Russia

Key words: Coronavirus, infectious diseases of cats, infectious diseases of dogs, urban epizootology, prevalence, geographic information system, Moscow metropolis, CoVs, FCoV, FECV, FIP, CCoV.

For citation: Shabeykin A.A., Filimonova A.D., Gulykina I.A., Parshikova A.V., Patrikeev V.V., Stepanova T.V., Shabeykina M.V., Shashurina T.E., Grishina E.E. Epizootic situation of companion animals coronavirus infection in the territory of the Moscow megalopolis. *Agrarian Science*. 2020; 343 (11): 22–28. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-22-28>**There is no conflict of interests**

Эпизоотическая ситуация по коронавирусной инфекции животных-компаньонов на территории московского мегаполиса

РЕЗЮМЕ

Убиквитарное распространение коронавирусной инфекции в популяциях животных-компаньонов мегаполиса демонстрирует характер развития эпизоотического процесса вирусной кишечной инфекции формирующегося в условиях отсутствия единой программы проведения профилактической вакцинации. Популяции домашних собак и кошек образуют две различные модели циркуляции вируса как с преимущественно выгульным, так и с почти безвыгульным содержанием животных, но одинаково эффективно обеспечивают непрерывную передачу возбудителя с охватом всей территории города.

Epizootic situation of companion animals coronavirus infection in the Moscow megalopolis

ABSTRACT

The ubiquitous distribution of coronavirus infection in the populations of companion animals of the metropolis demonstrates the features of the development of the epizootic process of viral intestinal infection formed in the absence of a unified program of preventive vaccination. Populations of domestic dogs and cats form two different patterns of the virus circulation both predominantly with walking and almost non-walking animals, but equally effectively provide continuous transmission of the pathogen covering the entire territory of the city.

Поступила: 5 ноября
После доработки: 17 ноября
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 5 November
Revised: 17 November
Accepted: 10 september

Введение

Коронавирусы являются распространенными патогенами среди большого числа диких и домашних млекопитающих и птиц (Whittaker G.R., 2017). Представители семейства кошачьих и семейства псовых не являются исключением, выполняя функцию биологического резервуара для коронавируса кошек (FCoV) и коронавируса собак (CCoV).

FCoV является причиной заболевания домашних и диких кошек (Kipar A., 2014). При этом распространение кошачьего коронавируса (FCoV) характеризуется высокой серопревалентностью во всех крупных популяциях домашних кошек. Болезнь регистрируется по всему миру, с наиболее интенсивным охватом городских животных, содержащихся в многоквартирных домах, где инфицированность может достигать 90% (Mirjam Lutz, 2020). Большинство случаев инфекций FCoV протекают бессимптомно или связаны с легкой формой энтерита (FECV) (Porter E., 2014). Однако примерно у 10% инфицированных FCoV кошек возникает высоколетальное системное заболевание, развивающееся в форме инфекционного перитонита (FIP) (Diane D. Addie, 2020). Особенности эпизоотологии FCoV определяются способностью вируса к персистенции в организме хозяина на протяжении длительного срока. После заражения кошки выделение вируса с калом обычно начинается примерно спустя одну неделю, и часть животных становится хроническим носителем инфекции, способным выделять вирус в течение длительного времени и иногда даже в течение всей жизни. Хотя часть кошек формирует иммунный ответ и избавляется от инфекции с прекращением дальнейшего выделения FCoV, эффект от естественной иммунизации впоследствии снижается, и происходит реинфицирование, вследствие чего большой процент кошек способен выделять вирус периодически или постоянно (Sandra Felten, 2020).

CCoV ответственен за легкий или умеренный энтерит у щенков. Вирус обладает высокой контагиозностью, вызывая эффективный переход к новому хозяину в результате контакта с инфицированными собаками и их экскрементами. Зараженные собаки, как правило, быстро выздоравливают, но в редких случаях возможны летальные исходы, особенно при возникновении смешанных инфекций с парвовирусом собак типа 2 (CPV2), аденовирусом собак типа 1 (CAV-1) или вирусом чумы собак (CDV) (Pratelli, 2008).

Многочисленные исследования показывают, что FCoV и CCoV могут встречаться в двух разных серотипах: I и II. Важной особенностью является наличие генетической идентичности между CCoV типа II и FCoV типа II, а так же между CCoV типа I и FCoV типа I (идентичность 73% и 74–75% соответственно) (Pratelli, 2008). Это показывает, что разделение вирусов на две разные группы (серотипы I и II) произошло раньше, чем произошел переход вирусов на популяцию нового биологического хозяина (кошка-собака), который, наиболее вероятно, был спровоцирован общностью места обитания. Межвидовой переход осуществили обе группы вируса, что указывает на существование биологических механизмов, детерминирующих этот процесс.

Рост численности животных-компаньонов и их максимальная приближенность к человеку обеспечивают высокую актуальность научных исследований городской эпизоотологии коронавирусов и возникающих биологических рисков.

Таксономия

Семейство *Coronaviridae*, подсемейства *Coronavirinae* и порядка *Nidovirales*, включает в себя разнообразную группу вирусов, которые поражают птиц и млекопитающих (в том числе человека), что приводит к развитию заболеваний, имеющих дыхательные, желудочно-кишечные, неврологические и другие тканевые тропизмы (Masters P.S., 2013). Разнообразие вирусов семейства *Coronaviridae* позволяет разделить их на четыре таксономических рода: Альфа-, Бета-, Гамма- и Дельта-коронавирусы. Проявившиеся в качестве эмерджентных патогенов у людей в XXI веке и создавшие глобальные эпидемии коронавируса тяжелого острого респираторного синдрома (*SARS-CoV* и *SARS-CoV-2*), коронавирус ближневосточного респираторного синдрома (*MERS-CoV*), принадлежат к роду Бетакоронавирусов (Zhiqi Song, 2019; Xuping Xie, 2020).

FCoV и CCoV относят к роду Альфакоронавирусов, члены которого также вызывают болезни свиней (*TGEV*, *PRCV*, *PEDV*), людей (*HCoV-NL63*, *HCoV-229E*) и летучих мышей (*Miniopterus bat coronavirus 1*, *Miniopterus bat coronavirus HKU8*) (John E. Bennett, 2020; Javier A. Jaimes, 2020).

Морфология

FCoV и CCoV, как и все коронавирусы, представляют собой сложные вирусы с большой (~30 КБ) одноцепочечной положительной полиаденилированной РНК (ssRNA+). Вирусная структура состоит из двух частей: нуклеокапсида (содержит вирусный геном) и внешней оболочки, которые стабилизируют и защищают РНК вируса (Masters P.S., 2013). Вирионы CoVs сферической формы, обладают умеренным плеоморфизмом, с диапазоном размеров от 80 до 120 нм и булавовидными поверхностными выступами или шипами около 12–24 нм, которые придают вирусу короноподобный вид, откуда и происходит название семейства (Javier A. Jaimes, 2018).

В геноме FCoV и CCoV имеется 11 открытых рамок считывания (ORFs), кодирующих четыре структурных белка: спайк (S), оболочку (E), мембрану (M) и нуклеокапсид (N), и семь неструктурных белков: полипротеины репликазы 1a и 1b (которые ферментативно расщепляются для получения 16 функциональных белков, участвующих в синтезе РНК), а также вспомогательные белки 3a, 3b, 3c, 7a и 7b (Kipar A., 2014; Pratelli, 2008).

Доказано, что все вирусные белки играют определенную роль при инфицировании и репликации FCoV и CCoV, структурные белки играют важную роль в защите вирусного генома и облегчении взаимодействия вирионов с восприимчивыми клетками (Javier A. Jaimes, 2020). Роль основного драйвера изменений вирусного тропизма и вирулентности выполняет S белок (Hui-Wen Chang, 2011).

Серотипы и генетическое разнообразие FCoV и CCoV

FCoV был предметом изучения в течение нескольких десятилетий из-за его вариативного поведения в зараженном животном и способности вызывать у части животных системное, преимущественно смертельное заболевание — кошачий инфекционный перитонит (FIP). Согласно мнению большинства исследователей, предполагается, что вирус существует в виде двух форм (биотипов), провоцируя в большинстве случаев развитие субклинической формы заболевания (биотип кошачьего энтерального коронавируса, или FECV) либо являясь причиной развития агрессивной и крайне

тяжелой формы болезни в результате формирования биотипа кошачьего инфекционного перитонита (FIPV) (Pedersen N.C., 2014).

Хотя до сих пор нет окончательных доказательств для понимания перехода между этими двумя биотипами, ряд исследований связывают это явление с мутациями в геноме *FCoV*, которые приводят к изменениям патогенности и тропизма вируса (Nicole M André, 2019; Porter E., 2014). Однако часть исследований ставит под сомнение дихотомическое поведение вируса (переход от *FECV* к *FIPV*) вследствие обнаружения системно циркулирующих у части кошек изолятов *FCoVs*, которые не могут являться *FECV* по определению, но в то же время не вызывают FIP, что декларирует более широкое генетическое разнообразие *FCoV*, чем это было принято считать ранее (Porter E., 2014).

Идентификация выделяемых вирусов по серотипам показывает, что серотип I *FCoV* более широко распространен в популяциях кошек, чем серотип II. Оба серотипа были классифицированы в формах *FECV* и *FIPV*, но так как вирусы серотипа I значительно более распространены в популяциях кошек, то, как следствие, поэтому они являются ведущей причиной FIP (Li C., 2019).

Исследования географической распространённости серотипов *FCoV I* и *FCoV II*, показали, что на территории стран Западной Европы и США циркулирует преимущественно *FCoV I*. Серотип *FCoV II* чаще встречается на территории Тайваня, на территории Японии регистрируются оба серотипа с одинаковой частотой (Addie D.D., 2003). Данные о циркуляции серотипов *FCoV* на территории Российской Федерации практически отсутствуют. Однако на территории Москвы и Московской области проводились исследования по изучению генетических последовательностей вируса в питомниках, приютах и у домашних кошек в частном владении, в результате которых были обнаружены вариации генома вируса только серотипа I. (Яралова Е.А., 2017)

Для *CCoV* также различают два серотипа (I и II), которые отличаются генетическими различиями в генах S и ORF3 (Javier A.Jaimes, 2018). Штаммы *CCoV* серотипа II могут быть дополнительно подразделены на подтипы IIa, IIb и IIc. Штаммы *CCoV IIa* и *IIb* отличаются различиями в N-терминальном домене белка S (NTD), где *IIb* NTD тесно связан с TGEV NTD (Whittaker G.R., 2018). Распространённость серотипов *CCoV* на территории РФ недостаточно изучена, и данных, чтобы сформировать заключение, пока недостаточно.

Собственные исследования

Распространённость коронавирусной инфекции кошек и собак на территории Москвы

Результаты проведенных исследований показали, что заболевания, обусловленные *FCoV* и *CCoV*, широко распространены по всей территории московского мегаполиса. Анализ доступной ветеринарной отчетности показал, что вакцинация против коронавирусной инфекции кошек не проводится, вакцинация собак против коронавируса охватывает только небольшую часть городской популяции.

Исследования проводили в популяциях кошек и собак домашнего содержания, по страте, объединяющей животных с наличием клинических признаков заболевания. Архитектоника исследований была сформирована по принципу гнездовых исследований, когда результаты исследований, полученных по определенному множеству локальных участков территории города, интерполировались на популяцию животных всего ме-

гаполиса (Шабейкин А.А., 2018) (Шабейкин А.А., 2019). Данные результатов лабораторных исследований на *FCoV* и *CCoV* были введены в тематическую базу данных с привязкой к географическим идентификаторам, соответствующим району взятия пробы. Данная методика позволяет привязать эпизоометрические данные к атрибутивной таблице векторной географической карты (Шабейкин, и др., 2018), (Gulukin, et al., 2020). По результатам проведенного геокодирования данные о заболеваемости животных были визуализированы в тематическом приложении геоинформационной системы.

Содержание домашних животных в условиях мегаполиса имеет ряд видовых отличий, отражающихся на числе и продолжительности внутривидовых контактов. Большинство домашних собак содержится в городах с ежедневными выгулами, что обеспечивает возможность орально-фекальной передачи возбудителя внутри определенной локальной зоны. Учитывая высокую контактируемость *CCoV* и непродолжительный период болезни, этот путь распространения вируса является основным. Для популяции городских кошек внеквартирный выгул животных не имеет широкого распространения и не может являться основным драйвером распространения вируса. Наиболее объяснима схема распространения вируса по сетевому принципу, когда инфицирование происходит при перемещении животных из разных районов в одну локальную территорию и обратно в период содержания в питомниках, зоогостиницах, стационарах, а также при выезде за город в летний период (Шабейкин А.А., 2019).

Оценка превалентности *FCoV* в популяции городских кошек проводилась по результатам определения титров специфических антител методом ИФА. Из выборки в количестве 1299 животных, полученной из 25 муниципальных районов Москвы, положительные титры антител к коронавирусу были выявлены у 693 животных (53,35% от всей выборки). Даже учитывая, что выборка охватывала страту животных, которые в большинстве случаев имели отклонение от клинического здоровья, полученный результат указывает на ubiquitous характер распространённости коронавирусной инфекции кошек в мегаполисе.

Для оценки распространённости форм заболевания с активным выделением кошками вируса при *FECV*, были исследованы пробы кала и мазки из прямой кишки животных для обнаружения генома возбудителя методом ПЦР.

Из 1381 пробы кала, исследованных в 2019 году методом ПЦР, положительные образцы были обнаружены в 274 случаях или в 19,84%, что подтверждает высокую долю коронавирусной инфекции в патологиях желудочно-кишечного тракта домашних кошек городского содержания и, как следствие, что большое число животных является инфекционно-опасными.

Характер территориального распространения положительных проб на картах на рис. 1 и рис. 2 совпадает: не имеет выраженного зонального смещения, показывая только закономерную привязку к локациям районов, где проводился сбор проб. Учитывая многоточечный способ формирования выборки и наличие положительных образцов в большинстве точек отбора проб, сразу в двух циклах исследований в 2018 и 2019 годах, распространённость *FCoV* на территории московского мегаполиса можно оценить как повсеместную и стабильно высокую.

Для определения распространённости системных форм *FCoV* в популяции городских кошек было прове-

Рис. 1. Выявление кошек серопозитивных к FCoV методом ИФА на территории Москвы в 2018 и 2019 гг. На карте за 2019 год градиентной заливкой дополнительно отображено общее количество проведенных исследований

Fig. 1. Detection of cats seropositive to FCoV by ELISA on the territory of Moscow in 2018 and 2019. On the map for 2019, a gradient fill additionally displays the total number of studies performed

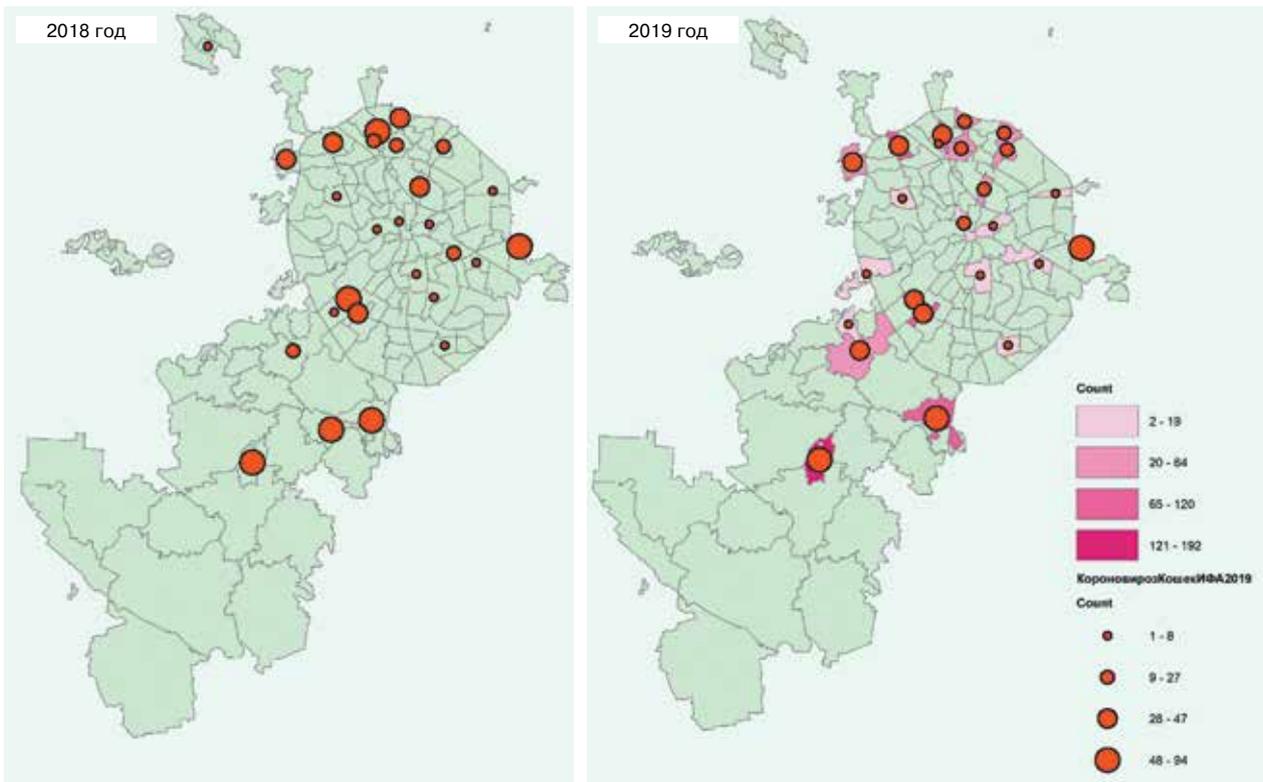


Рис. 2. Выявление на территории Москвы в 2018 и 2019 гг., кошек, выделяющих с калом FCoV, по результатам исследования проб кала и мазков из прямой кишки животных методом ПЦР

Fig. 2. Detection on the territory of Moscow in 2018 and 2019, cats shedding FCoV with feces, according to the results of the study of samples of feces and smears from the rectum of animals by PCR

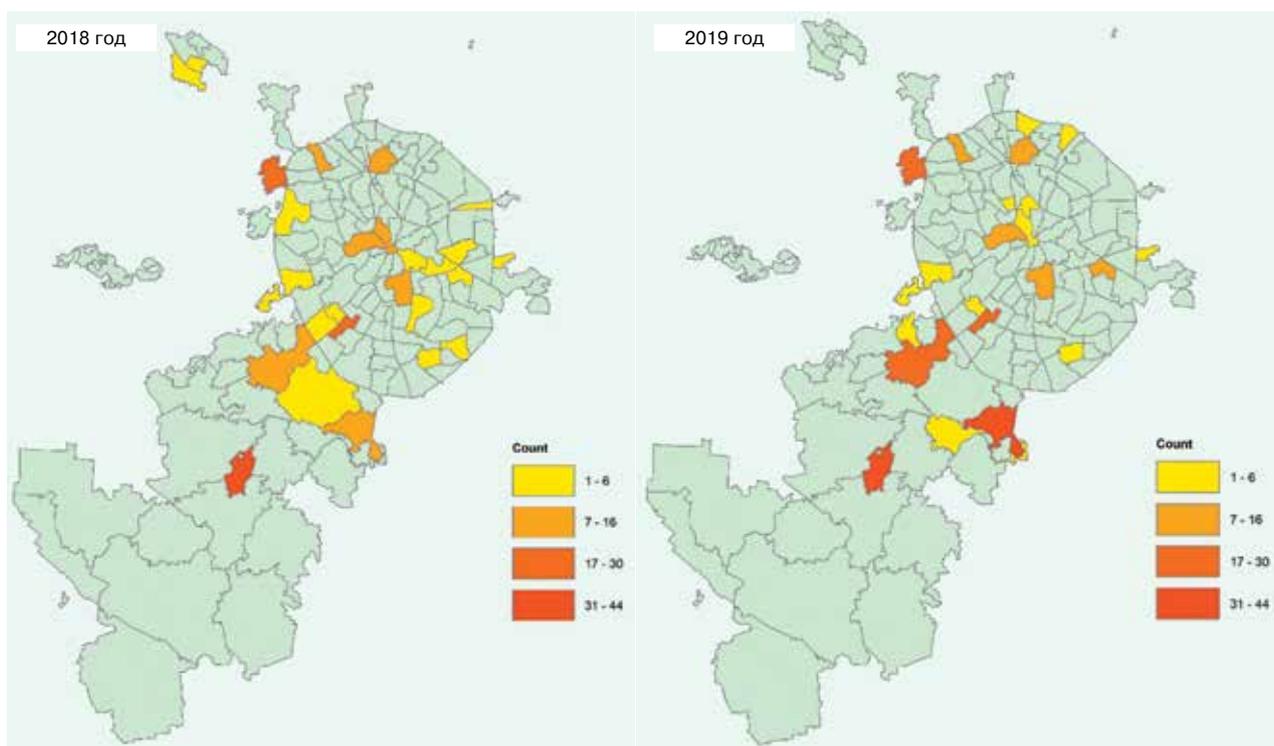


Рис. 3. Выявление кошек с системной формой заболевания FCoV на территории Москвы в 2019 году. На карте градиентными символами показано число положительных проб при исследовании образцов крови и выпотной жидкости методом ПЦР; градиентной заливкой отображено общее количество проведенных исследований

Fig. 3. Detection of cats with systemic form of FCoV disease in Moscow in 2019. On the map, gradient symbols show the number of positive samples in the study of blood and effusion samples by PCR; the total number of studies performed is displayed with a gradient fill

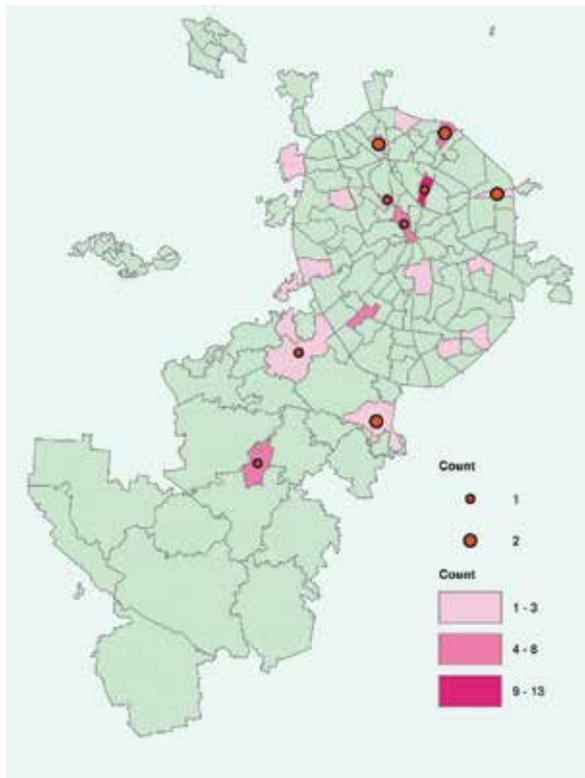
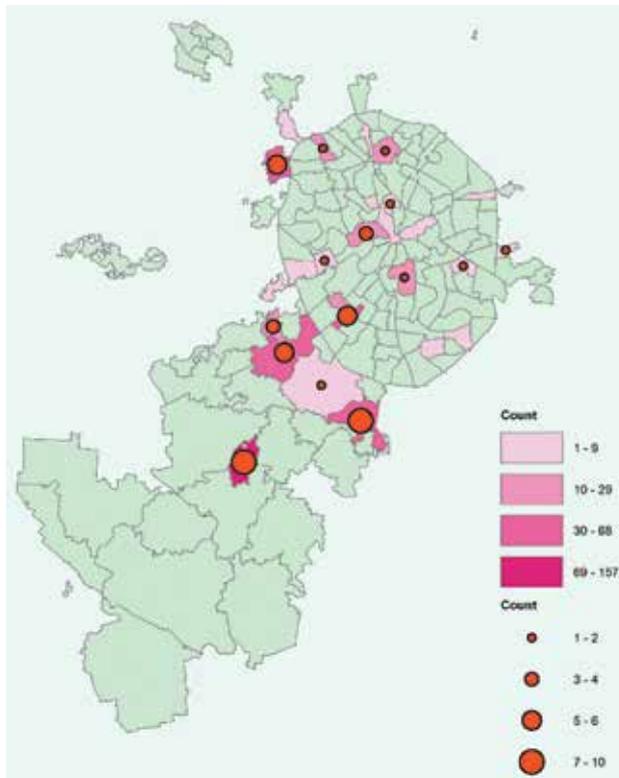


Рис. 4. Выявление собак, выделяющих с калом CCoV на территории Москвы в 2019 году. На карте градиентными символами показано число положительных проб при исследовании проб кала и мазков из прямой кишки методом ПЦР; градиентной заливкой отображено общее количество проведенных исследований

Fig. 4. Identification of dogs excreting CCoV with feces in Moscow in 2019. On the map, gradient symbols show the number of positive samples of examination of fecal samples and rectal smears by PCR; the total number of studies performed is displayed with a gradient fill



дено исследование крови или выпотной жидкости методом ПЦР.

При исследовании образцов крови и выпотной жидкости методом ПЦР из общего числа 525 проб положительными были — 8, что составило 1,52%. Учитывая, что при развитии у кошки FIP вирус не находится постоянно в моноцитах периферической крови животного, реальная встречаемость системных форм FCoV ожидаемо намного выше.

Для оценки распространенности CCoV в популяции городских собак домашнего содержания, методом ПЦР было проведено исследование проб кала и мазков из прямой кишки, полученных от животных из разных районов Москвы в 2019 году.

Геном вируса CCoV был обнаружен в 53 исследованных в ПЦР пробах, что составляет 15,05% от всех исследований биологического материала, полученного от 352 собак. Эти результаты, как по проценту положительных проб, так и по пространственному распределению похо-

жи на результаты по распространенности коронавируса в популяции кошек.

Вывод

Коронавирусы представляют собой группу патогенов, опасных для животных и человека, распространенных по всему миру. CCoV вызывает у собак легкие и умеренные поражения кишечника, а у кошек FCoV — преимущественно заболевание желудочно-кишечного тракта, но иногда и системное заболевание, поражающее моноцитарно-макрофагальную систему. В условиях мегаполиса даже частичная квартирная изоляция животных не является сдерживающим фактором распространения инфекции. В связи с этим на фоне отсутствия масштабной профилактической вакцинации характер распространения коронавирусов в популяциях мелких домашних животных мегаполиса принимает убиквитарный характер, охватывая значительную часть популяции животных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Addie D.D., Schaap I.A.T., Nicolson L., Jarett O. Persistence and transmission of natural type I feline coronavirus infection. *Journal of General Virology*. 2003;(84):2735-2744.
- Dedeurwaerder A., Olyslaegers, D.A.J., Desmaretz, L.M.B., Roukaerts, I.D.M., Theuns, S., Nauwynck, H.J. ORF7-encoded accessory protein 7a of feline infectious peritonitis virus as a counteragent against IFN- α -induced antiviral response. *Journal of*

General Virology. 2014. P.393-402.

3. Diane D. Addie Sheryl Curran, Flora Bellini, Ben Crowe, Emily Sheehan, Lesya Ukrainchuk, Nicola Decarof Oral Mutian@X stopped faecal feline coronavirus shedding by naturally infected cats. *Research in Veterinary Science*. 2020. P.222-229.

4. Doki T. Yabe M., Takano T., Hohdatsu T. Differential induction of type I interferon by type I and type II feline coronaviruses *in vitro*. *Research in veterinary science*. 2018. P.57-62.

5. Gulukin A. M. [et al.] Epizootological geo-information systems [article]. *iop conference series: earth and environmental science*. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. p.42013.
6. Herrewegh A.A.P.M. Smeenk I., Horzinek M.C., Rottier P.J.M., de Groot R.J. Feline Coronavirus Type II Strains 79-1683 and 79-1146 Originate from a Double Recombination between Feline Coronavirus Type I and Canine Coronavirus. *Journal of virology*. 1998.
7. Hui-Wen Chang Herman F. Egberink, Peter J.M. Rottiercorresponding author Sequence Analysis of Feline Coronaviruses and the Circulating Virulent/Avirulent Theory. *Emerging infectious diseases*. 2011. P.744-746.
8. J.K. Millet G.R. Whittaker Host cell proteases: critical determinants of coronavirus tropism and pathogenesis. *Virus research*. 2015. P.120-134.
9. Javier A. Jaimes Jean K. Millet, Alison E. Stout, Nicole M. André, and Gary R. Whittaker A Tale of Two Viruses: The Distinct Spike Glycoproteins of Feline Coronaviruses. *Viruses*. 2020.
10. Javier A.Jaimes Gary R.Whittaker Feline coronavirus: Insights into viral pathogenesis based on the spike protein structure and function. *Virology*. 2018. P.108-121.
11. John E. Bennett Raphael Dolin, Martin J. Blaser Coronaviruses, Including Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) and Middle East Respiratory Syndrome (MERS). Principles and Practice of Infectious Diseases, 9th Edition. Stanley Perlman Kenneth McIntosh. 2020. 9780323482554.
12. Jose L. Nieto-Torres Marta L. DeDiego, Carmina Verdiá-Báguena, Jose M. Jimenez-Guardeño, Jose A. Regla-Nava, Alcar Fernandez-Delgado, Carlos Castaño-Rodríguez, Antonio Raul, Jaime Torres, Vicente M. Aguilera, Luis Enjuanes Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus Envelope Protein Ion Channel Activity Promotes Virus Fitness and Pathogenesis. *PLOS Pathogens*. 2014.
13. Kipar A. Meli M.L. Feline infectious peritonitis: Still an enigma? *Veterinary pathology*. 2014. P.505-526.
14. Li C. Liu Q., Kong F., Guo D., Zhai J., Su M., Sun D. Circulation and genetic diversity of Feline coronavirus type I and II from clinically healthy and FIP-suspected cats in China. *Transboundary and emerging diseases*. 2019. P. 763-775.
15. Masters P.S. Perlman S Coronaviridae. Fields Virology. 6th ed. Vol. 1 / Knipe D.M. Howley P.M. — Philadelphia, PA, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
16. Mirjam Lutz Aline R. Steiner, Valentino Cattori, Regina Hofmann-Lehmann, Hans Lutz, Anja Kipar, Marina L. Meli FCoV Viral Sequences of Systemically Infected Healthy Cats Lack Gene Mutations Previously Linked to the Development of FIP. *Pathogens*. 2020;9(8):603.
17. Murphy B.G. Perron M., Murakami E., Bauer K., Park Y., Eckstrand C., Liepnieks M., Pedersen N.C. The nucleoside analog GS-441524 strongly inhibits feline infectious peritonitis (FIP) virus in tissue culture and experimental cat infection studies. *Veterinary microbiology*. 2018. P.226-233.
18. Nicole M André Brieuc Cossic, Emma Davies, Andrew D Miller, and Gary R Whittaker Distinct mutation in the feline coronavirus spike protein cleavage activation site in a cat with feline infectious peritonitis-associated meningoencephalomyelitis. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*. 2019.
19. Pedersen N.C. An update on feline infectious peritonitis: Virology and immunopathogenesis. *Veterinary journal*. 2014. P.123-132.
20. Perera K.D. Rathnayake A.D., Liu H., Pedersen N.C., GROUTAS W.C., Chang K.O., Kim Y. Characterization of amino acid substitutions in feline coronavirus 3C-like protease from a cat with feline infectious peritonitis treated with a protease inhibitor. *Veterinary microbiology*. 2019.
21. Porter E. Tasker S., Day M.J., Harley R., Kipar A., Siddell S.G., Helps C.R. Amino acid changes in the spike protein of feline coronavirus correlate with systemic spread of virus from the intestine and not with feline infectious peritonitis. *Veterinary research*. 2014.
22. Pratelli Annamaria Canine coronavirus inactivation with physical and chemical agents. *Veterinary Journal*. 2008;177(1):71-79.
23. Sandra Felten Ute Klein-Richers, Regina Hofmann-Lehmann, Michèle Bergmann, Stefan Unterer, Christian M. Leutenegger, and Katrin Hartmann Correlation of Feline Coronavirus Shedding in Feces with Coronavirus Antibody Titer. *Pathogens*. 2020;9(8):598.
24. T. Hohdatsu H. Yamato, T. Ohkawa, M. Kaneko, K. Motokawa, H. Kusuhabara, T. Kaneshima, S. Arai, H. Koyama Vaccine efficacy of a cell lysate with recombinant baculovirus-expressed feline infectious peritonitis (FIP) virus nucleocapsid protein against progression of FIP. *Veterinary microbiology*. 2003. P.31-44.
25. Tekes G. Hofmann-Lehmann R., Bank-Wolf B., Maier R., Thiel H.J., Thiel V. Chimeric feline coronaviruses that encode type II spike protein on type I genetic background display accelerated viral growth and altered receptor usage. *Journal of virology*. 2010. P.1326-1333.
26. White J.M. Delos S.E., Brecher M., Schornberg K. Structures and mechanisms of viral membrane fusion proteins: Multiple variations on a common theme. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*. 2008. P.189-219.
27. Whittaker G.R. Andre N.M., Millet J.K. Improving Virus Taxonomy by Recontextualizing Sequence-Based Classification with Biologically Relevant Data: The Case of the Alphacoronavirus 1 Species. 2018.
28. Whittaker G.R. Coronaviridae. Fenner's Veterinary Virology. 5th ed. MacLachlan N.J. Dubovi E.J.. London, UK: Academic Press, 2017.
29. Xuping Xie Antonio Muruato, Kumari G. Lokugamage, Krishna Narayanan, Xianwen Zhang, Jing Zou, Jianying Liu, Craig Schindewolf, Nathen E. Bopp, Patricia V. Aguilar, Kenneth S. Plante, Scott C. Weaver, Shinji Makino, James W. LeDuc, Vineet D. Menachery, An Infectious cDNA Clone of SARS-CoV-2. *Cell Host Microbe*. 2020.
30. Zhiqi Song Yanfeng Xu, Linlin Bao, Ling Zhang, Pin Yu, Yajin Qu, Hua Zhu, Wenjie Zhao, Yunlin Han, Chuan Qin From SARS to MERS, Thrusting Coronaviruses into the Spotlight. *Viruses*. 2019.
31. Шабейкин А.А. [и др.] Особенности проведения мониторинга скрытых инфекций мелких домашних животных в условиях мегаполиса. *Международный вестник ветеринарии. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины*, 2018;(4):33-38. [Shabeikin A.A. [and others] Peculiarities of monitoring hidden infections of small domestic animals in a megalopolis. *International Veterinary Bulletin. — Saint Petersburg: Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine*, 2018;(4):33-38. (In Russ.)]
32. Шабейкин А.А. Гулюкин А.М., Гулюкин М.И., Белименко В.В. Эпизоотологический надзор и мониторинг в условиях мегаполиса. Научно-обоснованная система противоэпизоотических мероприятий и современные способы диагностики, специфической профилактики и лечения инфекционных болезней домашних животных. *Новосибирск: [б.н.]*, 2019. [Shabeikin A.A. Gulyukin A.M., Gulyukin M.I., Belimenko V.V. Epizootic surveillance and monitoring in a megalopolis [Book section]. Scientifically grounded system of antiepidemiologic measures and modern methods of diagnostics, specific prevention and treatment of infectious diseases of domestic animals. *Novosibirsk*, 2019. (In Russ.)]
33. Шабейкин А.А. Паршикова А.В., Гулюкин А.М., Капустин А.В., Лаишевцев А.И., Степанова Т.В., Исаев Ю.Г., Лопунин С.В., Гулюкина И.А. Особенности проведения мониторинга скрытых инфекций мелких домашних животных в условиях мегаполиса. *Международный вестник ветеринарии*. 2018;(4):33-38. [Shabeikin A.A. Parshikova A.V., Gulyukin A.M., Kapustin A.V., Laishevcev A.I., Stepanova T.V., Isaev Yu.G., Lopunov S.V., Gulyukina I.A. Peculiarities of monitoring hidden infections of small domestic animals in a megalopolis. *International Veterinary Bulletin*. 2018;(4):33-38. (In Russ.)]
34. Шабейкин А.А. Филимонова А.Д., Паршикова А.В., Шашурина Т.Е., Шабейкина М.В., Гришина Е.Е., Гулюкина И.А. Распространенность коронавирусной инфекции кошек в условиях мегаполиса. *Аграрная наука*. 2019;(10):16-19. [Shabeikin A.A. Filimonova A.D., Parshikova A.V., Shashurina T.E., Shabeikina M.V., Grishina E.E., Gulyukina I.A. The prevalence of coronavirus infection in cats in a metropolis. *Agrarian science*. 2019;(10):16-19. (In Russ.)]
35. Яралова Е.А. Кожушкевич К.А., Бирюкова А.Ю., Яцентнюк С.П., Обухов И.Л. Генетическое разнообразие коронавирусов кошек на территории Москвы и Московской области. *Ветеринария*. 2017;(12):24-27. [Yaralova E.A. Kozhushkevich K.A., Biryukova A.Yu., Yatsentnyuk S.P., Obukhov I.L. Genetic diversity of feline coronaviruses in Moscow and the Moscow region. *Veterinary medicine*. 2017;(12):24-27. (In Russ.)]

ОБ АВТОРАХ:

Шабейкин Александр Александрович, кандидат ветеринарных наук, заведующий ветеринарной клиникой ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ, заведующий лабораторией эпизоотологии ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Филимонова Ангелина Дмитриевна, лаборант ветеринарной клиникой ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Гулюкина Ирина Алексеевна, соискатель научной степени лаборатории эпизоотологии ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Паршикова Анна Владимировна, ветеринарный врач ветеринарной клиникой ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Патрикеев Владимир Владимирович, младший научный сотрудник лаборатории эпизоотологии ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Степанова Татьяна Валерьевна, научный сотрудник лаборатории лейкозоологии ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Шабейкина Мария Викторовна, ветеринарный врач ветеринарной клиникой ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Шашурина Татьяна Евгеньевна, ветеринарный врач ветеринарной клиникой ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

Гришина Евгения Евгеньевна, лаборант ветеринарной клиникой ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ.

ABOUT THE AUTHOR:

Shabaykin Alexander Aleksandrovich, PhD of Veterinary Sciences, Head of the Veterinary Clinic of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Head of the Laboratory of Epizootology of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Filimonova Angelina Dmitrievna, laboratory assistant of the Veterinary Clinic of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Gulykina Irina Alekseevna, PhD applicant of the Laboratory of Epizootology of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Parshikova Anna Vladimirovna, doctor of veterinary medicine of the Veterinary Clinic of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Patrikeev Vladimir Vladimirovich, junior researcher of the Laboratory of Epizootology of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Stepanova Tatyana Valerievna, researcher of the Laboratory of Leukozology of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Shabaykina Maria Viktorovna, doctor of veterinary medicine of the Veterinary Clinic of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Shashurina Tatyana Evgenievna, doctor of veterinary medicine of the Veterinary Clinic of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

Grishina Evgeniya Evgenievna, laboratory assistant of the Veterinary Clinic of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV".

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока не выявил у мелких домашних животных SARS-CoV-2

Исследователи занимаются поиском биологических ниш, которые потенциально мог бы занять новый коронавирус SARS-CoV-2, сообщил старший научный сотрудник Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН (ИЭВСИДВ СФНЦА РАН) Сергей Леонов. На текущий момент не было зарегистрировано достоверно ни одного случая, когда вирус бы переходил от одного вида к другому с возникновением заболевания, отметил ученый.

По данным эксперта, сотрудники ИЭВСИДВ СФНЦА РАН исследуют материал, который приходит от домашней птицы и сельскохозяйственных животных, в том числе на наличие нового коронавируса, а специалисты ряда других научных организаций проводят опыты по заражению коронавирусом различных животных (которые могли бы стать резервуаром вируса). «Исследуется все, включая моллюсков, рыб, насекомых, разные виды животных», – пояснил ученый.

Сергей Леонов назвал печальным фактом произошедшее в Дании и Нидерландах, где из-за опасений передачи вируса было уничтожено большое количество норок, что в конечном счете привело к резкому падению цен на пушнину и разорению ее производителей. «По сути, это все явилось результатом торопливости некоторых ученых. В настоящее время не зарегистрировано ни одного случая, чтобы ковид прижился где-то на мелком домашнем животном, на промышленном объекте (это крупный рогатый скот, птица, лошадь), чтобы при этом сохранилась возможность выйти из этого объекта и заразить человека», – сказал он. По словам эксперта, в настоящее

время в регионе норок не разводят. В области есть ряд хозяйств по разведению песцов и лисец, в которых были проведены исследования на носительство коронавируса с отрицательным результатом.

Ученый отметил, что потенциальная изменчивость ноSARS-CoV-2 не обязательно влечет за собой необходимость смены вакцины, поскольку набор антигенов у них остается тем же самым. В качестве примера он привел коронавирусный инфекционный бронхит кур, вакцинация от которого проводится с 60-х годов прошлого века, – у этого коронавируса изменения антигенной структуры были зафиксированы только несколько лет назад. «Это хороший показатель того, что, несмотря на высокую вариабельность вирусов, антигенные структуры у них могут быть стабильными. Именно по этим структурам сейчас и бьют вакцины, которые делают не только в нашей стране, но и за рубежом», – пояснил Сергей Леонов.

