

ЦИРКУЛЯЦИЯ SARS-COV-2 И ПРОЯВЛЕНИЕ COVID-19 У КОШКИ ДОМАШНЕЙ (FELIS CATUS)

И. И. КУПРИЯНОВ

УО «Витебска ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступила в редакцию 14.04.2022)

По результатам проведенных исследований, циркуляция SARS-CoV-2 наиболее часто выявлялась в популяции кошки домашней. Следует отметить, что среди животных, которым лабораторно был подтвержден диагноз COVID-19, были как животные, имеющие контакты с владельцами, инфицированными COVID-19, так и животные приютов (бродячие животные). Основными клиническими симптомами заболевания у взрослых животных являются угнетение, отказ от корма, кашель, одышка; у молодых животных часто наблюдается ринит, конъюнктивит, увеит, диарея. При инфицировании кошек в момент беременности наблюдались случаи мертворожденности, рождения котят с уродствами, ранняя смертность котят. При вскрытии павших животных отмечаются макро- и микроизменения, свидетельствующие о развитии патологических процессов, как при остром течении заболевания, так и при хроническом. Таким образом, проведенные исследования и полученные результаты подтвердили и дополнили данные мировых исследователей, позволили определить ведущие клинические симптомы заболевания и патологоанатомические изменения у домашней кошки при заражении SARS-CoV-2.

Ключевые слова: кошки, коронавирус, SARS-CoV-2, клинические симптомы, патологоанатомические изменения, гистологическое исследование.

According to the results of the studies, the circulation of SARS-CoV-2 was most often detected in the domestic cat population. It should be noted that among the animals with the laboratory confirmed diagnosis of COVID-19, there were both animals that had contacts with owners infected with COVID-19, and shelter animals (stray animals). The main clinical symptoms of the disease in adult animals are depression, refusal to feed, cough, shortness of breath; in young animals, rhinitis, conjunctivitis, uveitis, and diarrhea are often observed. When cats were infected during pregnancy, cases of stillbirth, birth of kittens with deformities, and early death of kittens were observed. At autopsy of dead animals, macro- and micro-changes are noted, indicating the development of pathological processes, both in the acute course of the disease and in the chronic one. Thus, the conducted studies and the results obtained confirmed and supplemented the data of world researchers, made it possible to determine the leading clinical symptoms of the disease and pathoanatomical changes in a domestic cat when infected with SARS-CoV-2.

Key words: cats, coronavirus, SARS-CoV-2, clinical symptoms, pathoanatomical changes, histological examination.

Введение

Наверняка, нет на сегодняшний день более актуальной болезни, чем Covid-19. Изначально считалось, что это заболевание присуще только человеку, хотя его зоонозная природа доказана [1, 2, 3], но сегодня имеются данные об обнаружении этого возбудителя у представителей семейства кошачьих, псовых и пушных зверей [4–8], возможно заражение ряда сельскохозяйственных животных [6–11]. Исследования, проводимые с начала пандемии Covid-19, показали, что вирус не только изменяется, с точки зрения генетической структуры (мутирует), но и расширяет круг хозяев [3, 4].

На сегодняшний день официально зарегистрирована и доказана передача вируса не только от человека к человеку, но и животным, и чаще всего животным-компаньонам, что напрямую влияет и заставляет нас пересмотреть эпидемиологические и эпизоотические аспекты этого заболевания. Эта особенность присуща не только SARS-CoV-2, но и ряду других коронавирусов [1, 3, 4, 12].

Восприимчивые животные, инфицированные SARS-CoV-2, в некоторых случаях проявляют клиническую картину, в некоторых случаях наблюдается гибель животных [13, 14, 15, 16]. Были описаны основные клинические симптомы заболевания у кошек: поражение органов дыхания (выделения из носа, ринит, одышка, поверхностное и частое дыхание, изменения типа дыхания с преобладанием брюшного, кашель). В некоторых случаях наблюдалось расстройство желудочно-кишечного тракта (диарея) [7, 9, 13, 15, 16, 17, 18].

Всемирная организация здравоохранения животных (МЭБ) сообщает о регистрации всех положительных случаев заболевания COVID-19 у животных. Новый вирус был зарегистрирован у различных животных во Франции, Бельгии, Италии, Испании, Нидерландах, Дании, Китае, России и Соединенных Штатах Америки, и список стран, и зарегистрированных случаев периодически обновляется [5–10, 18].

Однако, несмотря на многочисленные и разнообразные данные о распространении SARS-CoV-2 в популяциях различных видов животных, данные об инкубационном периоде, описание клинической картины, патологоанатомических и гистологических изменений у животных, инфицированных этим

вирусом, практически не встречаются, что в целом усложняет диагностическую работу ветеринарных специалистов в случае подозрения на заражение животного SARS-CoV-2 [9, 27, 28].

Исходя из актуальности данного вопроса и нарастающего интереса к изучению циркуляции нового коронавируса в популяциях различных видов животных, мы выбрали наше направление работы.

Целью нашего исследования явилось изучение циркуляции вируса SARS-CoV-2 в популяции кошки домашней и выявление основных клинических, патологоанатомических и гистологических проявлений болезни COVID-19.

Основная часть

Исследования проводились с 2020 года по настоящее время среди поголовья животных (домашних кошек), принадлежащих частным лицам (содержание на домашнем и свободном выгуле), поголовья питомников (содержание на дому) и содержащихся в приютах для животных (бездомные животные). Всего в исследованиях было задействовано 300 животных разного пола и возраста (новорожденные котята, котята в возрасте 1,5–3 месяцев, взрослые животные), различных пород (мейн-кун, британская кошка, корниш-рекс, беспородные кошки). Исследования проводились как с целью проведения мониторинга циркуляции вируса (случайная выборка, в основном среди животных питомников и приютов Республики Беларусь), так и по показаниям (анамнестические данные – больные владельцы или заводчики с подтвержденным диагнозом Covid-19), по клиническим признакам. Было проведено вскрытие 30 трупов павших животных (котят в возрасте 1–2 дней – 3 недель и взрослых животных), которые умерли в результате заболевания, протекающего со следующими клиническими признаками: отказ от пищи, потеря массы тела, затрудненное дыхание, одышка, лихорадка). Все животные имели историю контактов с людьми, которые были больны или переболели Covid-19. У павших животных был положительный результат теста на SARS-CoV-2 методом ПЦР, либо котята были получены от матерей, имеющих высокий титр специфических антител к SARS-CoV-2.

Было отобрано и проанализировано методом ИФА 43 пробы сывороток животных.

Работа проводилась в УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», ДУ «Витебская областная ветеринарная лаборатория», РНПЦ «Эпидемиологии и микробиологии» в г. Минске.

Циркуляцию SARS-CoV-2 у животных определяли методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ – ПЦР) с использованием тест-систем для выявления РНК вируса SARS-CoV-2 в биологическом материале (набор для выделения РНК SARS-CoV-2, производитель «АртБиоТех», Минск, Республика Беларусь). Смывы со слизистых оболочек полости рта, полости носа и прямой кишки брали ватными тампонами и помещали в стерильный физиологический раствор, после чего образцы помещали в герметичный контейнер с охлаждающим элементом и доставляли в лабораторию для исследования. Серологическое исследование проводили с методом иммуноферментного анализа с использованием диагностического набора для определения специфических антител к вирусу SARS-CoV-2 в сыворотке, плазме и цельной крови животных (производитель – ID-VET, Франция).

Клиническое исследование животных проводилось с использованием таких методов клинических исследований, как осмотр, термометрия, аускультация, пальпация, с акцентом на следующие показатели: общее состояние животного, аппетит, температура, количество дыхательных движений, тип дыхания, состояние кожи и слизистых оболочек, оценка дефекации и мочеиспускания. Исследование патологоанатомических и гистологических изменений было проведено среди павших животных, у которых были положительные результаты ПЦР. Для идентификации выделенного возбудителя также проводили полногеномное секвенирование вируса с занесением данных (депонированием) в международную систему GISAID. При вскрытии трупов животных учитывали характер и тяжесть патоморфологических изменений, ставили патологоанатомический диагноз и проводили макрофотографию при естественном освещении. Вскрытия трупов проводились в специально оборудованных помещениях с соблюдением требований личной и биологической безопасности с последующей нейтрализацией и утилизацией биоматериала, дезинфекцией помещения и инструментов, предотвращающих загрязнение помещений и оборудования. Для гистологического исследования были отобраны кусочки легких, печени, почек, сердца, поджелудочной железы и селезенки.

Проведение скрининговых исследований по изучению циркуляции вируса в популяции кошки домашней позволило установить наличие данного вируса у значительного количества животных, имеющих контакт с инфицированными людьми. Из всех проб, отобранных у животных с подозрением на болезнь, или павших, или имеющих контакт с инфицированными людьми, 20 % проб были положительными на предмет обнаружения РНК вируса.

Проведение серологического исследования установило наличие специфических антител к вирусу SARS-CoV-2 у 34,9 % исследованных животных. Следует отметить что специфические антитела были обнаружены как у домашних животных, имеющих непосредственный контакт с владельцами, так и у отдельных бродячих животных, не имеющих тесного контакта с людьми, что говорит о возможной циркуляции вируса в свободноживущей (бродячей) популяции кошек, либо о передаче вируса бродячим кошкам через контаминированные предметы (факторы передачи), которыми могут служить использованные СИЗы (средства индивидуальной защиты – одноразовые маски, перчатки) и средства личной гигиены (гигиенические салфетки, бумажные платки и т. д.). Не исключен в данном случае и алиментарный путь заражения через пищевые отходы, а также контактный путь больных (либо носителей) домашних кошек, имеющих свободный выгул, с бродячими кошками. Предполагаем и вариант передачи вируса при контаминации возбудителем окружающей среды фекалиями больных животных, так как в проведенных нами исследованиях по выделению возбудителя около 30% от всех положительных ПЦР нам показали смывы с прямой кишки. Следует отметить, что параллельно с исследованием смывов со слизистых оболочек и иного биологического материала от животных нами проводилось изучение объектов окружающей среды (вода, смывы с посуды для животных, ограждающих конструкций, лотков, пробы наполнителя) на предмет контаминации их вирусом SARS-CoV-2. РНК вируса нами была обнаружена в наполнителе, пробах воды и смывах с лотков в 5 % от всех взятых проб.

Проведение полногеномного секвенирования выделенного вируса, полученного в период циркуляции европейского типа SARS-CoV-2, позволило определить его принадлежность к европейскому типу и выявить отдельные участки мутаций.

При изучении клинического проявления заболевания, вызванного инфекцией SARS-CoV-2 у домашней кошки, были определены следующие данные. Исходя из анамнестических данных в этих исследованиях и собственных исследований, инкубационный период при спонтанном заражении животных от человека составляет от 6 до 10 дней (реже – 14 дней). Основными клиническими признаками COVID-19 у домашней кошки являются поражение респираторного тракта, реже - развитие конъюнктивита и увеита, поражение желудочно-кишечного тракта. Взрослые животные болеют более тяжело. Болезнь длится в среднем от двух до трех недель. Нами отмечалась низкая летальность (менее 1 %) у взрослых и молодых животных, однако высокий процент летальности (от 30 % до 100 % в гнезде) у новорожденных котят и котят первых недель жизни в случае инфицирования кошки в период беременности.

Таблица 1. Основные клинические признаки у разных возрастных групп животных (домашних кошек) с инфекцией SARS-CoV-2

Клинические признаки	Возраст			
	до 1 месяца	От 1 месяца до 3 месяцев	От 3 месяцев до 12 месяцев	Старше 12 месяцев
Отказ от пищи	100%	100%	100%	100%
Угнетение	100%	100%	100%	100%
Кашель	50%	50%	50%	70% (у старых животных)
Поверхностное дыхание и одышка	100%	60%	50%	70% (у старых животных)
Цианоз видимых слизистых оболочек	100%	60%	50%	70% (у старых животных)
Диарея	30%	30%	20%	10%
Лихорадка	–	50%	50%	40%
Судороги	10%	5%	-	-
Конъюнктивит	10%	30%	30%	10%
Увеит	–	-	15%	30%

Динамика основных симптомов заболевания у кошек следующая: первыми симптомами были депрессия и отказ от пищи, у некоторых животных наблюдалось повышение температуры до 39,5 – 39,7, затем наблюдались выделения из носа серозного или серозно-катарального характера, у отдельных взрослых животных наблюдался болезненный кашель в виде приступов. На 2–3 день наблюдали одышку, обильные выделения из носа (у некоторых животных – катарально-гнойного характера), частое и поверхностное дыхание, торакоабдоминального или абдоминального типа. Взрослые животные с сильной одышкой и кашлем большую часть времени лежали на животе или стояли, широко расставив конечности (табл. 1). Следует отметить и случаи судорожных сокращений мышц, в первую очередь задних конечностей, у молодых животных.

У отдельных животных развивался конъюнктивит. У 30 % обследованных животных развивалась диарея. У молодых животных (котят первых недель или месяцев жизни) часто наслаивались вторичные инфекции (стрептококкоз или стафилококкоз, подтвержденные бактериологическим исследованием).

Следует отметить, что при распространении в человеческой популяции дельта-штамма коронавируса, к клинической картине у зараженных кошек добавился увеит (около 30 % от всех положительных животных).

Отдельно следует отметить случаи патологических родов при инфицировании кошек во время беременности. Отмечено в нескольких питомниках кошек пород мэйн-кун, бенгальских кошек, корниш-рекс. Наблюдалась мертворожденность, задержание последа, недоразвитие (гипотрофия) плодов. В трех питомниках были отмечены уродства у плодов: недоразвитие конечностей и костей черепа (мозгового и лицевого отделов). Данные патологии также стали регистрироваться при циркуляции дельта-штамма у населения и соответственно у владельцев животных.

При вскрытии павших животных основными патологоанатомическими изменениями при инфицировании котят нам были отмечены следующие:

1. Отек легких («карминовые легкие») с участками альвеолярной эмфиземы и мелкоочаговой пневмонии с преимущественной локализацией в передней и средней долях (рис. 1, 2). Ателектаз хвостовых долей легких. Краниальные и средние доли легких не спадают, форма не меняется. Консистенция мягкая, похожая на тесто. На светло-красном фоне отечной паренхимы выделяются неправильные участки серой эмфиземы с нечеткими границами. При детальном изучении они демонстрируют «пористость» из-за множественных разрывов в паренхиме. Консистенция здесь «пушистая, крепирующая», кусочки легко плавают на поверхности воды. Участки пневмонии темно-красного цвета, имеют неправильную форму, уплотненную консистенцию. Небольшие размеры воспаленных участков не позволяют определить характер пневмонии: серозная, катаральная, фибринозная или интерстициальная. Здесь необходимо провести гистологическое исследование легких. Диафрагмальные доли опущены, красно-коричневого цвета и напоминают печень. Из-за сочетания с отеками они выглядят «полными». Кусочки легких в области пневмонии и ателектаза тонут в воде.

Либо наблюдался ураганный (мембраногенный) отек легких, выраженное свертывание крови в артериях и венах среднего калибра. Легкие не спадают, форма не меняется, поверхность блестящая, цвет с поверхности и на срезе серо-розовый, консистенция тестообразная. Интерстициальная ткань утолщена. Из разорванных бронхов выделяются желеобразные сгустки соломенно-желтого фибрина, а из артерий и вен – сгустки крови. Кусочки пораженных легких тяжело плавают (рис. 1, 2).

2. Макроскопические изменения в сердце также представлены 2 вариантами: Острое расширение сердца («круглое сердце»), венозная гиперемия миокарда (рис. 1). Сердце резко увеличено в размерах, форма близка к округлой. Миокард в области желудочка голубовато-красного цвета. В области предсердий она имеет темно-красный цвет, поэтому сквозь их более тонкую стенку видны посмертные сгустки крови. Выраженное посмертное свертывание крови в полостях сердца, крупных артериях и венах. Учитывая глубокие структурные изменения в легких, развитие признаков асфиксии, парадоксально формирование выраженного посмертного свертывания крови не только в полостях сердца и крупных артериях, но и в венах различного калибра. Наблюдалась и жировая дистрофия миокарда, концентрическая гипертрофия левого желудочка, острое расширение правого желудочка сердца. В области желудочков и предсердий миокард имеет характерный желто-коричневый цвет с глинистым оттенком (как с поверхности, так и на разрезе). Волокнистый рисунок не выражен. Стенка левого желудочка резко утолщена, просвет сужен. Стенка правого желудочка сердца, напротив, истончена. Его просвет резко расширен («легочное сердце»). Соотношение толщины правого желудочка к левому составляет 1:7–8.

3. В печени наблюдали жировую дистрофию (морфологический эквивалент интоксикации организма) и отек печени (признак острой сердечной недостаточности). Орган увеличен в размерах, форма не изменена, поверхность блестящая, цвет желто-коричневый с глинистым оттенком. Консистенция мягкая. Поверхность разреза также блестящая, рисунок долек не заметен.

4. Почки: острая венозная гиперемия и гранулярная дистрофия почек. Серозный отек окологочечной жировой ткани, жировая дистрофия коркового вещества, отек мозговой ткани.

5. Головной мозг: сосуды мозговых оболочек кровенаполнены, резко выступают. Головной мозг отечный, мозговые извилины расправлены. Поверхность разреза головного мозга сочная, серое и белое вещество нечетко различимы, мозговые желудочки расширены. Капельки крови из перерезанных сосудов равномерно растекаются по поверхности разреза (рис. 4).

6. Врожденная гипотрофия и недоразвитие костей черепа у котят наблюдалась при мертворожденности у инфицированных кошек (рис. 3).

7. Гипотрофия (врожденная, послеродовая) наблюдалась у котят, павших в первые дни либо недели жизни.

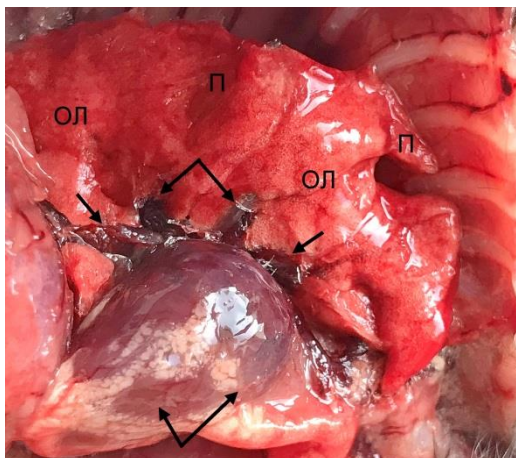


Рис. 1. Макросъемка. Патологоанатомическая картина у 10-дневного котенка с COVID-19: отек легких (ол), области пневмонии п), острое расширение сердца (стрелки внизу) и система легочных вен (стрелки вверх)

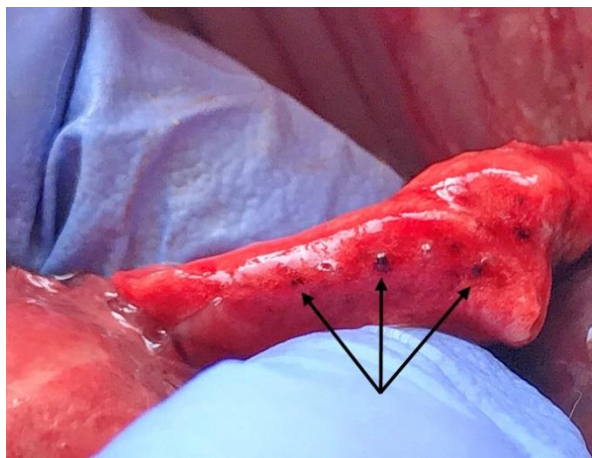


Рис. 2. Макросъемка. Субкапсулярные кровоизлияния в легких 1-дневного котенка, инфицированного коронавирусом SARS-CoV-2



Рис. 3. Макросъемка. Гипотрофия плода, недоразвитие костей черепа (мозгового и лицевого отделов) у мертворожденного котенка.



Рис. 4. Макросъемка. Патологоанатомические изменения в головном мозгу 10-дневного котенка: острая венозная гиперемия и отек головного мозга.

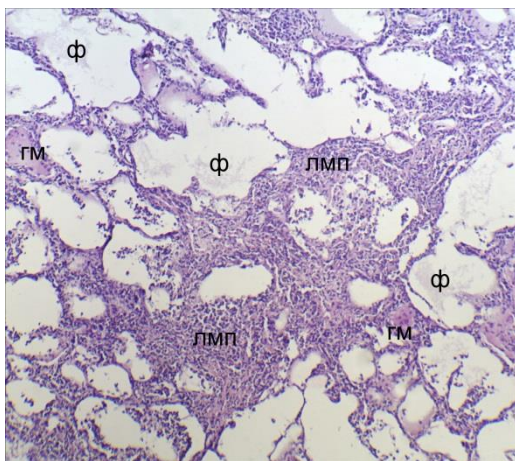


Рис. 5. Микрофотография. Легкие котенка с COVID-19. Лимфоидно-макрофагальные пролифераты (лмп), фибрин (ф), гиалиновые мембраны (гм) в просвете альвеол. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Маг.: x 120

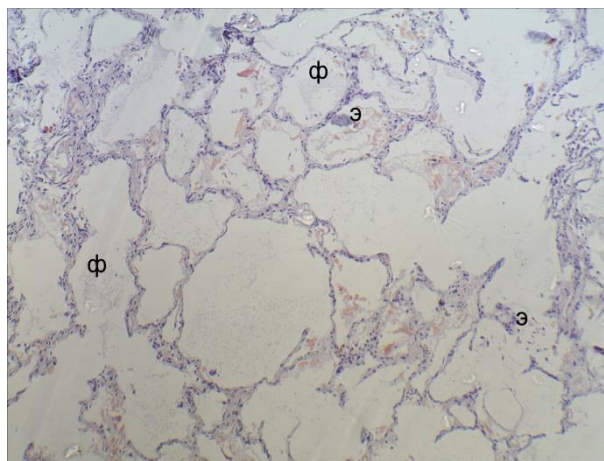


Рис. 6. Микрофотография. Эмфизема легких у котенка с COVID-19. Фибрин (ф) и отслоившийся эпителий (э) в просвете альвеол. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Маг.: x 120

Гистологический диагноз у котят 1–2-дневного возраста: легкие (рис. 5, 6) – участки ателектаза (альвеолярный эпителий кубический, в норме – плоский), выраженный серозный отек интерстициальной ткани и паренхимы, некроз и десквамация альвеолярного эпителия, наличие фибриновой «сетки» в просвете альвеол, фрагментов некротического эпителия и эозинофильных гиалиновых мембран, обширный лимфоидно-макрофагальный перибронхит и периваскулит, эмфизема альвеол (истончение и разрыв стенок альвеол); печень - гранулярная дистрофия гепатоцитов, участки паренхиматозного некробиоза; почки – серозный отек, гранулярная дистрофия эпителия мочевых канальцев; селезенка – множественные очаги экстрамедуллярного кроветворения (эритро- и миелобласты, мегакариоциты), гиперемия синусоидальных капилляров, лимфоидная гиперплазия белой пульпы; сердце – серозный отек миокарда.

Гистологический диагноз у котят 10–14-дневного возраста: легкие – выраженная пролиферация междольковой и межальвеолярной соединительной ткани, лимфоидно-макрофагальный перибронхит и периваскулит, образование узлов лимфоидной ткани, обширные участки эмфиземы альвеол, атрофия или отсутствие альвеолярного эпителия; печень – общая жировая дистрофия мелких капилляров, выраженный отек (расширение межальвеолярных пространств.); почки – венозная гиперемия, серозная отек клубочков и интерстициальной соединительной ткани; сердце – серозный отек миокарда; селезенка – выраженная лимфоидная гиперплазия белой пульпы.

Заключение

Результаты, полученные в ходе нашей работы, позволили нам уточнить ряд эпизоотологических особенностей болезни, подтвердить и дополнить имеющиеся данные о клинической картине у животных, инфицированных SARS-CoV-2, а также изучить патологоанатомическую картину и гистологические изменения при этой патологии. Анализ полученных результатов и их сравнение с доступными литературными источниками и опубликованными результатами других исследователей, а также сравнение с данными международных организаций позволили выявить сходные признаки заболевания и дополнить картину его проявления, тем самым частично объяснив патогенез заболевания. Полученные данные позволяют понять динамику развивающихся процессов, их последовательность, определить основные этапы и механизмы в патогенезе заболевания, что, в свою очередь, позволит нам выбрать наиболее эффективное и возможное лечение инфицированных животных.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров В. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика, – Москва, 2020. – 48 с. doi: doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-2-87-93.
2. Саксена, Шайлендра К. Коронавирусная болезнь 2019 (COVID-19) / Шайлендра К. Саксена. – Сингапур: Springer 2020. -213 с. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4814-7>.
3. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. Available at: covid19.who.int/table (accessed on 20 January 2021).
4. Current status of epidemiology, diagnosis, therapeutics, and vaccines for novel coronavirus disease 2019 (COVID-19). Ahn DG [et al.] J Microbiol Biotechnol. 2020; 30(3): 313–324. doi: 10.4014/jmb.2003.03011.
5. OIE Technical Factsheet on Infection with SARS-CoV-2 in Animals www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/COV-19/A_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf.
6. OIE Guidance on working with farmed animals of species susceptible to infection with SARS-CoV-2 www.oie.int/fileadmin/Home/MM/Draft_OIE_Guidance_farmed_animals_cleanMS05.11.pdf.

7. World Organisation for Animal Health (OIE), (2021). OIE Technical Factsheet: Infection with SARS-CoV-2 in animals. Available at: rr-asia.oie.int/wp-content/uploads/2020/06/200608_a_factsheet_sarscov-2.pdf (accessed on 20 January 2021).
8. World Organisation for Animal Health (OIE), (2021). OIE COVID-19 Portal: Events in animals. Available at: www.oie.int/en/scientific-expertise/specific-information-and-recommendations/questions-and-answers-on-2019-novel-coronavirus/events-in-animals/. (accessed on 20 January 2021).
9. World Organisation for Animal Health (OIE), (2020). Considerations for sampling, testing, and reporting of SARS-CoV-2 in animals. Available at: www.oie.int/fileadmin/Home/MM/A_Sampling_Testing_and_Reporting_of_SARS-CoV-2_in_animals_3_July_2020.pdf (accessed on 20 January 2021).
10. FAO, 2021. COVID-19 and animals. Information of risk mitigation measures for livestock and agricultural professionals. Available at: www.fao.org/documents/card/en/c/cb2549en. (accessed on 20 January 2021).
11. FAO, Exposure of humans or animals to SARS-CoV-2 from wild, livestock, companion and aquatic animals. Available at: www.fao.org/3/ca9959en/CA9959EN.pdf (accessed on 20 January 2021).
12. WHO, Origins of the SARS-CoV-2 virus. Available at: www.who.int/health-topics/coronavirus/who-recommendations-to-reduce-risk-of-transmission-of-emerging-pathogens-from-animals-to-humans-in-live-animal-markets. (accessed on 20 January 2021).
13. Centres for Disease Control COVID-19 and Animals www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/animals.html
14. Mahdy, M. A. A., Younis, W. & Ewaida, Z. (2020). An Overview of SARS-CoV-2 and Animal Infection. *Front. Vet. Sci.*, 7, 1084. Available at: www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.596391/full (accessed on 20 January 2021).
15. Hobbs, E.C. & Reid, T. J. (2020). Animals and SARS-CoV-2: Species susceptibility and viral transmission in experimental and natural conditions, and the potential implications for community transmission. *Trans. Emerg. Dis.*, Online ahead of print. Available at: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.13885 (accessed on 20 January 2021).
16. Kim, Y.-I., Kim, S.-G., Kim E.-H., Park S.-J., Yu K.-M., Chang J.H. et al. (2020). Infection and Rapid Transmission of SARS-CoV-2 in Ferrets. *Cell Host Microbe*, 27 (5), 704-709. Available at: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1931312820301876 (accessed on 20 January 2021).
17. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (2020). Detection of new SARS-CoV-2 variants related to mink. Available at: www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/RRASARS-CoV-2-in-mink-12-nov-2020.pdf (accessed on 20 January 2021).
18. World Organisation for Animal Health (OIE), (2021). OIE statement on COVID-19 and mink. Available at: www.oie.int/en/for-the-media/press-releases/detail/article/oie-statement-on-covid-19-and-mink/. (accessed on 20 January 2021).
19. WHO, Disease Outbreak News, SARS-CoV-2 mink-associated variant strain – Denmark. Available at: www.who.int/csr/don/03-december-2020-mink-associated-sars-cov2-denmark/en/ (accessed on 20 January 2021).
20. United States Department of Agriculture Response and containment guidelines: Interim Guidance for Animal Health and Public Health Officials Managing Farmed Mink and other Farmed Mustelids with SARS-CoV-2 www.aphis.usda.gov/publications/animal_health/sars-cov-2-mink-guidance.pdf.
21. United States Department of Agriculture (USDA) (2020). Response & Containment Guidelines Interim Guidance for Animal Health and Public Health Officials Managing Farmed Mink and other Farmed Mustelids with SARS-CoV-2. Available at: www.aphis.usda.gov/publications/animal_health/sars-cov-2-mink-guidance.pdf (accessed on 20 January 2021).
22. United States Department of Agriculture (USDA) (2020). Mink (July 2020), USDA, National Agricultural Statistics Service. Available at: www.furcommission.com/wp-content/uploads/2020/07/USDAmink2020.pdf (accessed on 20 January 2021).
23. Guardian (2020). Covid-19 mink variants discovered in humans in seven countries. Available at: www.theguardian.com/environment/2020/nov/18/covid-19-mink-variants-discovered-in-humans-in-seven-countries (accessed on 20 January 2021).
24. United States Department of Agriculture (USDA). Interim SARS-CoV-2 Guidance and Recommendations for Farmed Mink and Other Mustelids. Available at: www.aphis.usda.gov/animal_health/one_health/downloads/sars-cov-2-guidance-for-farmed-mink.pdf (accessed on 20 January 2021).
25. Shi J., Wen Z., Zhong G., Yang H., Wang C., Huang B., Liu R., He X., Shuai L., Sun Z., et al. Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*. 2020; 368: 1016-1020 doi: 10.1126 / science. abb7015.