

УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКИЕ И ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ АЛИМЕНТАРНОЙ ЛИМФОМЕ У КОШЕК

¹**Н.В. Ленкова**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

¹**Т.Н. Бабкина**, кандидат ветеринарных наук, доцент

²**А.В. Вольф**, ветеринарный врач, дерматолог, онколог

¹*Донской государственный аграрный университет, п. Персиановский Ростовской обл., Россия*

²*Ветеринарная клиника «Амиго», Ростов-на-Дону, Россия*

E-mail: nata.lenkova.80@mail.ru

Ключевые слова: алиментарная лимфома, кошки, биопсия, мезентериальные лимфоузлы, стенка кишечника.

Реферат. Цель исследования заключается в определении характерных изменений при алиментарной лимфоме у кошек при ультрасонографии, патолого-анатомическом и цитологическом исследовании биопсийного материала. Объектами исследования являются кошки с гастроэнтерологическими нарушениями с подозрением на алиментарную лимфому разного возраста и пола. Диагноз ставился на основании клинического обследования по общепринятым методикам, лабораторного исследования крови, ультразвукового исследования, патоморфологического исследования стенок кишечника и лимфатических узлов, цитологического исследования материала лимфатических узлов, полученного методом ТИАБ (Тонкоигольная аспирационная биопсия). Авторы проводили забор материала для цитологического исследования методом черезкожной аспирационной тонкоигольной биопсии под ультразвуковым контролем на аппарате Mindray Z6 Vet. При анализе результатов ультразвукового исследования у кошек с диагнозом алиментарная лимфома в 12 % случаев наблюдалась гепатомегалия, 1 – асцит, 3 – гидроторакс, 3 – увеличение средостенных лимфоузлов, 7 – спленомегалия, 16 – нарушение дифференциации слоев кишечника, 16 – нарушение дифференциации слоев кишечника, 29 – увеличение мезентериальных лимфоузлов и 29 % – утолщение стенок кишечника. При цитологическом исследовании обнаружены округлые, крупные, отдельно расположенные клетки, популяция мотоморфная. При гистологическом исследовании в стенке кишечника, прилегающей жировой ткани сальника и ткани лимфатического узла присутствует высококлеточное инвазивное образование, построенное из диффузных пластов округлых лимфоидных неопластических клеток со скудной фиброзной стромой. Наиболее характерными ультразвуковыми находками являются утолщение стенок кишечника, увеличение мезентериальных лимфоузлов.

ULTRASONOGRAPHIC AND PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN ALIMENTARY LYMPHOMA IN CATS

¹**N.V. Lenkova**, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Therapy and Propaedeutics

¹**T.N. Babkina**, Ph.D. in Veterinary Science, Associate Professor

²**A.V. Wolf**, veterinarian, dermatologist, oncologist

¹*Don State Agrarian University, Persianovsky settlement, Russia*

²*Veterinary clinic "Amigo," Rostov on Don, Russia*

E-mail: nata.lenkova.80@mail.ru

Keywords: alimentary lymphoma, cats, biopsy, mesenteric lymph nodes, intestinal wall.

Abstract. The study aimed to determine the characteristic changes in alimentary lymphoma in cats during ultrasonography, pathoanatomic and cytological examination of biopsy material. The survey objects are cats with gastroenterological disorders with suspected alimentary lymphoma of different ages and genders. The diagnosis was made based on a clinical examination according to generally accepted methods, laboratory blood examination, ultrasound examination, pathomorphological examination of the intestinal walls and lymph nodes, and cytological examination of the lymph node material obtained by the TIAB method. The authors carried out the material sampling for cytological examination using percutaneous fine needle aspiration (FNA) biopsy under ultrasound control on the Mindray Z6 Vet apparatus. In addition, the authors conducted pathological and cytological studies in the Vet Union laboratory. When analyzing

ultrasound examination in cats diagnosed with alimentary lymphoma, hepatomegaly, 1% ascites, 3% hydrothorax, 3% increase in mediastinal lymph nodes, 7% splenomegaly, 16% violation of differentiation of intestinal layers, 16% violation of differentiation of intestinal layers, 29% increase in mesenteric lymph nodes, 29% thickening of intestinal walls were observed in 12% of cases. Cytological examination revealed rounded, large, separately located cells. The population is monomorphic. During a histological study in the intestinal wall, adjacent fatty tissue of the omentum, and lymph node tissue, there is a highly cellular invasive formation constructed from diffuse layers of rounded lymphoid neoplastic cells with a scanty fibrous stroma. The most characteristic ultrasound findings are the thickening of the intestinal walls and an increase in mesenteric lymph nodes.

Лимфома является наиболее распространенным злокачественным новообразованием желудочно-кишечного тракта у кошек. Исследование Калифорнийского университета в Дэвисе, охватывающее более двух десятилетий, показало, что заболеваемость лимфомой у кошек удвоилась. Этот сдвиг может быть обусловлен сочетанием факторов, включающих питание, окружающую среду, а также другие непризнанные влияния. Не менее значимым является повышение осведомленности ветеринарных специалистов в области раковых заболеваний, более рутинное использование эндоскопических и хирургических биопсий, что позволяет получить необходимое гистопатологическое и молекулярное подтверждение, а кроме того, изменения в отношении владельцев, общее увеличение числа посещения ветеринарных клиник [1, 2].

Лимфома желудочно-кишечного тракта у кошек представляет собой гистологически и биологически разнообразное заболевание, характеризующееся отчетливыми морфологическими характеристиками и широким диапазоном исходов [3, 4].

Клинические признаки алиментарной лимфомы зависят от сайта поражения и степени злокачественности. Так, гастроинтестинальная лимфома низкой степени злокачественности (LGAL – Low-Grade Alimentary Lymphoma) чаще всего ассоциируется с неспецифическими симптомами, связанными с желудочно-кишечным трактом. У большинства кошек наблюдается потеря массы (>80%), рвота и/или диарея (70–90%) и гипорексия (70–90%), тогда как желтуха встречается редко (7%). Клинические признаки обычно появляются за несколько месяцев до первичного обращения (медиана 6 месяцев) [5–7].

Данная симптоматика характерна также для воспалительных процессов в желудочно-кишечном тракте, в связи с этим требуются дополнительные методы диагностики, позволяющие конкретизировать диагноз. Это может быть ультразвуковое исследование, рентгенография, магнитно-резонансная томография, а также цитологические, гистологические исследования [8, 9].

Ультразвуковое исследование является одним из первых диагностических инструментов, позволяющих дифференцировать воспалительное заболевание от неопластического инфильтративного при диагностике кишечных заболеваний у мелких домашних животных. Рентгенография брюшной полости остается важной частью скрининга пациентов с рвотой и диареей и в большинстве случаев должна проводиться в сочетании с ультразвуковым исследованием [10–12].

Однако для выявления инфильтративных заболеваний кишечника лучше использовать в дополнение к ультразвуковому исследованию гистологическое, так как дифференциация воспалительной и неопластической инфильтрации желудочно-кишечного тракта имеет решающее значение для выбора соответствующих стратегий лечения у животных [13–15].

Целью исследования стало определение наиболее характерных изменений при алиментарной лимфоме у кошек при ультрасонографии, патолого-анатомическом и цитологическом исследовании биопсийного материала.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проводилось в условиях ветеринарного центра «Амиго» г. Ростова-на-Дону и кафедры терапии и пропедевтики ФГБОУ ВО «Донской ГАУ». Объектами исследования стали кошки с гастроэнтерологическими нарушениями с подозрением на алиментарную лимфому разного возраста и пола. Общее количество кошек с подтвержденным диагнозом алиментарная лимфома 20 голов. Диагноз ставился на основании клинического обследования по общепринятым методикам, лабораторного исследования крови, ультразвукового исследования, патоморфологического исследования стенок кишечника и лимфатических узлов, цитологического исследования материала лимфатических узлов, полученного методом ТИАБ. Забор материала для цитологического исследования прово-

дили методом черезкожной аспирационной тонкоигольной биопсии под ультразвуковым контролем на аппарате Mindray Z6 Vet. Патологические и цитологические исследования проводились в лаборатории Vet Union.

Полученный цифровой материал обрабатывали методами вариационной статистики (Н.В. Пушкарев, 1983) с использованием персонального компьютера (программа Microsoft Excel). Числовой материал представлен в единицах СИ, рекомендованных Всемирной организацией здравоохранения и стандартом СЭВ 1052-78.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При ультразвуковом исследовании оценивали органы брюшной полости, наличие в ней свободной жидкости и газа, для этого использовали ультразвуковой аппарат Mindray Z6 Vet с линейными (3,5–16,0 и 4,0–13,0 МГц) и микроконвексными (7–6,0 и 3,6–10,0 МГц) датчиками. Во время исследования животные

находились в спинном или боковом положении.

Исключение инфекционных болезней осуществляли методом ПЦР (полимеразной цепной реакции). Все исследуемые особи инфекционных диагнозов не имели.

Полученный цифровой материал обрабатывали статистически с использованием персонального компьютера (программа Microsoft Excel, 2010). Разницу между двумя величинами считали достоверной на уровне вероятности $P < 0,05$; 0,01 и 0,001.

При анализе результатов ультразвукового исследования у кошек с диагнозом алиментарная лимфома установили, что в 12 % случаев наблюдалась гепатомегалия, 1 – асцит, 3 – гидроторакс, 3 – увеличение средостенных лимфоузлов, 7 – спленомегалия, 16 – нарушение дифференциации слоев кишечника, 16 – нарушение дифференциации слоев кишечника, 29 – увеличение мезентериальных лимфоузлов и 29 % – утолщение стенок кишечника (рис. 1).

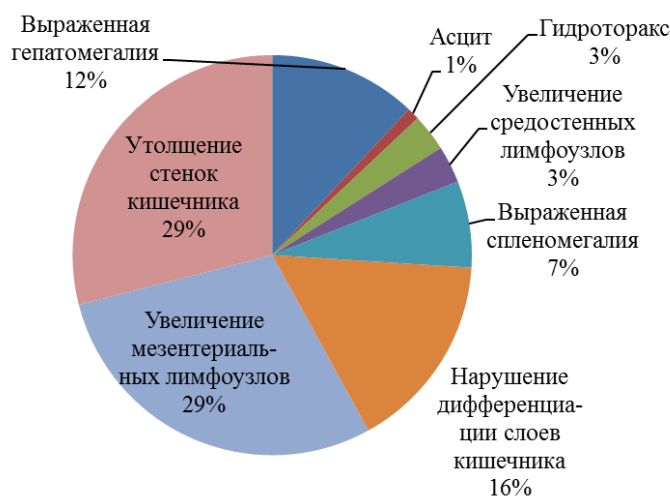


Рис. 1. Ультразвуковые находки при алиментарной лимфоме у кошек в процентах от всех ультразвуковых изменений

Figure 1. Ultrasound findings in alimentary lymphoma in cats. As a percentage of all ultrasound changes

Ультразвуковые отклонения при диагностике алиментарной лимфомы у кошек, см Ultrasound abnormalities in the diagnosis of alimentary lymphoma in cats, sm.

| Параметр | Референсные значения | Опытная группа | Контрольная группа |
|---------------------------|----------------------|----------------|--------------------|
| Стенки кишечника | 0,14–0,25 | 0,61±0,06*** | 0,23±0,01 |
| Мезентериальные лимфоузлы | 0,50–2,00 | 4,29 ±0,48*** | 1,10±0,12 |
| Медиастеральные лимфоузлы | Не визуализируются | 1,72±0,08 | Не визуализируются |

Примечание. Представлены средние значения максимальной величины.
* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Для всех пациентов общими ультразвуковыми находками оказались утолщение стенок кишечника ($0,61 \pm 0,06$ против $0,23 \pm 0,01$ см, $P < 0,001$) и увеличение мезентериальных лимфоузлов различной степени выраженности ($4,29 \pm 0,48$ против $1,10 \pm 0,12$ см, $P < 0,001$) (таблица). При анализе частных случаев увеличение мезентериальных лимфоузлов (рис. 2) и утолщение стенок кишечника (рис. 3) были выявлены у всех опытных кошек. Однако следует отметить значительный диапазон изменений: размер мезентериальных лимфоузлов варьировал от 1,54 до 6,78, а толщины стенок кишечника – от 0,33 до 1,12 см. Из этого сле-

дует вывод, что незначительные изменения указанных показателей не исключают диагноз алиментарная лимфома. В то же время отсутствие этих изменений является непатогномоничным для пациентов с GI-лимфомой. У опытных кошек нарушение дифференциации слоев выявлено в 55%, из чего следует, что отсутствие этого изменения не исключает наличия лимфомы.

По результатам ультразвукового исследования были выявлены также следующие изменения: выраженная гепато- и спленомегалия, гидроторакс (рис. 3) и асцит (всего 1% от всех изменений).



Рис. 2. Увеличенный мезентериальный лимфоузел при алиментарной лимфоме у кошек
 Figure. 2. Enlarged mesenteric lymph node in alimentary lymphoma in cats.



Рис. 3. Утолщение стенок тонкого кишечника при алиментарной лимфоме у кошек
 Figure. 3. Thickening of the small intestine walls in alimentary lymphoma in cats.



Рис. 4. Значительное количество свободной жидкости в грудной полости при алиментарной лимфоме у кошек
 Figure 4. A significant amount of free fluid is visualized in the thoracic cavity with alimentary lymphoma in cats.

Для постановки окончательного диагноза проведены цитологические и/или гистологические исследования биопсийного материала лимфоузлов, полученного с помощью тонкоигольной аспирации. При этом в 56,25 % случаев получен достоверный окончательный диагноз.

При цитологическом исследовании обнаружены округлые, крупные, отдельно расположенные клетки, популяция мономорфная. Клетки имеют ядро с изрезанными контурами, в некоторых клетках более округлое, с мелкодисперсным хроматином, высокое ядерно-цитоплазматическое соотношение и скудную базофильную цитоплазму. Очень редко в цитоплазме единичных клеток встречаются голубоватые включения (тельца Рассела). Регулярно встречаются митозы. Фон содержит значительное количество эритроцитов.

При гистологическом исследовании в стенке кишечника, прилегающей жировой ткани сальника и ткани лимфатического узла обнаруживается высококлеточное инвазивное образование, построенное из диффузных пластов округлых лимфоидных неопластических клеток со скудной фиброзной стромой. У клеток эозинофильная цитоплазма от скудного до умеренного объема и центральное круглое ядро с везикулярным или мелкозернистым хроматином, число ядрышек от одного до

нескольких, умеренный анизоцитоз и анизокариоз, частота митозов 1–2 в поле зрения. В краевых участках резекции присутствуют опухолевые клетки.

Тонкоигольная аспирационная биопсия лимфоузлов была проведена у 16 пациентов. В 9 случаях этого было достаточно для постановки окончательного диагноза и начала терапии. В 5 случаях результаты не имели диагностической ценности и была проведена лапаротомия с полностенной инцизионной биопсией кишечника и регионарной лимфаденэктомией узлов с макроскопическими изменениями. ИГХ-исследование не проводилось. Для исключения сухой формы инфекционного перитонита кошек (ИПК) при наличии показаний проводился забор биоптата лимфоузлов для исследования методом ПЦР (животные с подтвержденным ИПК в группы не включались).

Отдаленный прогноз для всех пациентов неблагоприятный.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее характерными ультразвуковыми находками при алиментарной лимфоме у кошек являются утолщение стенок кишечника до $0,61 \pm 0,06$ см и увеличение мезентериальных лимфоузлов различной степени выраженности до $4,29 \pm 0,48$ см.

2. При гистологическом исследовании в стенке кишечника, прилегающей жировой ткани сальника и ткани лимфатического узла обнаруживается высококлеточное инвазивное образование, построенное из диффузных пластов округлых лимфоидных неопластических клеток со скудной фиброзной стромой. Частота митозов 1–2 в поле зрения. В краевых участках резекции присутствуют опухолевые клетки.

3. При цитологическом исследовании обнаружены округлые, крупные, отдельно расположенные клетки с ядром изрезанного контура, с мелкодисперсным хроматином, высоким ядерно-цитоплазматическим соотношением и скудной базофильной цитоплазмой, популяция мономорфная. Регулярно встречаются митозы. Фон содержит значительное количество эритроцитов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *World Health Organisation Classification of Lymphoid Tumours in Veterinary and Human Medicine: a Comparative Evaluation of Gastrointestinal Lymphomas in 61 Cats* / B. Wolfsberger, A. Fuchs-Baumgartinger, C. Beham-Schmid // *Journal of Comparative Pathology*. – February 2018. – Vol. 159. – P. 1–10. – <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.12.006>.
2. *Marsilio S. Differentiating Inflammatory Bowel Disease from Alimentary Lymphoma in Cats: Does It Matter?* // *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. – 2021, Jan. – N 51. – P. 93–109. – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33187624/>.
3. *Post-chemotherapy perforation in cats with discrete intermediate- or large-cell gastrointestinal lymphoma* / Z. Crouse, B. Phillips, A. Flory [et al.] // *J Feline Med Surg*. – 2017. – <https://doi.org/10.1177/1098612X17723773>.
4. *Атучина А.А., Гонохова М.Н. Этиологические факторы развития лимфом у кошек // Современные тенденции развития ветеринарной науки и практики: материалы Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф., Омск, 26 окт. 2021 г. – Омск: Ом. гос. аграр. ун-т им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 339–342. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=47315741>.*
5. *Low-grade alimentary lymphoma: clinicopathological findings and response to treatment in 17 cases* / Amy E. Lingard, Katherine Briscoe, Vanessa R. Barrs // *Journal of Feline Medicine & Surgery*. – August 2009. – Vol. 11, Is. 8. – P. 692–700. – <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.05.021>.
6. *A retrospective study of 16 cats with intermediate- to high-grade alimentary lymphoma* / Kwak, Dong-Hyuk, Cho [et al.] // *Korean Journal of Veterinary Research*. – 2021. – Vol. – e8. – DOI: 10.14405/kjvr.2021.61.e8.
7. *Risk factors associated with progressive increases in serum creatinine concentrations in cats with cancer receiving doxorubicin* / C.A. Palm, K.A. Skorupski, M. Delgado, R.B. Rebhun // *J. Vet Intern Med*. – 2020. – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32779764/>.
8. *Проблемы диагностики и дифференциальной диагностики лимфомы у кошки* / О.С. Морис, Л.В. Клетикова, А.Н. Мартынов, В.В. Пронин // *Нива Поволжья*. – 2017. – № 3 (44). – С. 63–68. – EDN ZFIIDF.
9. *Sina Marsilio. Differentiating Inflammatory Bowel Disease from Alimentary Lymphoma in Cats: Does It Matter?* // *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. – 11 November 2020. – Vol. 51, Is. 1 (Cover date: January 2021). – P. 93–109. – <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.09.009>.
10. *Атабаева Т.К., Костылев В.А., Гончарова А.В. Клиническая и ультрасонографическая картина лимфомы кишечника у кошек // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 7(213). – С. 67–72. – DOI: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-67-72. – EDN GXGANM.*
11. *Цыганский Р.А. Ультразвуковое исследование при алиментарной лимфоме кошек // Научная жизнь. – 2018. – № 9. – С. 130–140. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=36951669>.*
12. *Цыганский Р.А. Количественное определение эхогенности кишечника при алиментарной лимфоме кошек // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – № 42–2. – С. 145–149. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=36774180>.*

13. Современный подход в диагностике и лечению мультицентрической лимфомы у собак / Д.А. Саврасов, В.А. Дуева, А.П. Золототрубов, В.М. Матвеев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2017. – № 1. – С. 73–76. – EDN YIJDIH.
14. *Lorrie Gaschen*. Ultrasonography of Small Intestinal Inflammatory and Neoplastic Diseases in Dogs and Cats // *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. – March 2011. – Vol. 41, Is. 2. – P. 329–344. – <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.01.002>.
15. Novel Treatments for Lymphoma / Douglas H. Thamm // *VMD – Vet Clin Small Animal Practice*. – 2019. – Vol. 49. – P. 903–915. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195561619300816?via%3Dihub>.

REFERENCES

1. Wolfesberger B., Fuchs-Baumgartinger A., Beham-Schmid C., World Health Organisation Classification of Lymphoid Tumours in Veterinary and Human Medicine: a Comparative Evaluation of Gastrointestinal Lymphomas in 61 Cats, *Journal of Comparative Pathology*, February 2018, Vol. 159, pp 1–10, <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.12.006>.
2. Marsilio S., Differentiating Inflammatory Bowel Disease from Alimentary Lymphoma in Cats: Does It Matter?, *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 2021, Jan, No. 51, pp. 93–109. – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33187624/>.
3. Crouse Z., Phillips B., Flory A. [et al.], Post-chemotherapy perforation in cats with discrete intermediate- or large-cell gastrointestinal lymphoma, *J Feline Med Surg*, 2017, <https://doi.org/10.1177/1098612X17723773>.
4. Atuchina A.A., Gonohova M.N., *Sovremennye tendency razvitiya veterinarian nauki I praktiki* (Modern trends in the development of veterinary science and practice), Proceedings of the Conference Title, Omsk, 26 out. 2021 g., Omsk: Omskij GAU im. P.A. Stolypina, 2021, pp. 339–342, <https://elibrary.ru/item.asp?id=47315741>. (In Russ.)
5. Lingard Amy E., Briscoe Katherine, Barrs Vanessa R., Low-grade alimentary lymphoma: clinicopathological findings and response to treatment in 17 cases, *Journal of Feline Medicine & Surgery*, August 2009, Vol. 11, Is. 8, pp. 692–700, <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.05.021>.
6. Kwak, Dong-Hyuk, Cho, [et al.], A retrospective study of 16 cats with intermediate- to high-grade alimentary lymphoma, *Korean Journal of Veterinary Research*, 2021, Vol. 61, e8, DOI: 10.14405/kjvr.2021.61.e8.
7. Palm CA, Skorupski KA, Delgado M, Rebhun RB., Risk factors associated with progressive increases in serum creatinine concentrations in cats with cancer receiving doxorubicin, *J Vet Intern Med*, 2020, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32779764/>.
8. Moris O.S., Kletikova L.V., Martynov A.N., Pronin V.V., *Niva Povolzh'ya*, 2017, No. 3(44), pp. 63–68, EDN ZFIIDF. (In Russ.)
9. Sina Marsilio, Differentiating Inflammatory Bowel Disease from Alimentary Lymphoma in Cats: Does It Matter?, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 11 November 2020, Vol. 51, Is. 1 (Cover date: January 2021), pp. 93–109, <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.09.009>.
10. Atabaeva T.K., Kostylev V.A., Goncharova A.V., *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, No. 7 (213), pp. 67–72, DOI: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-67-72, EDN GXGANM. (In Russ.)
11. Cyganskij R.A., *Nauchnaya zhizn'*, 2018, No. 9, pp. 130–140, <https://elibrary.ru/item.asp?id=36951669>. (In Russ.)
12. Cyganskij R.A., *Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya*, 2018, No. 42–2, pp. 145–149, <https://elibrary.ru/item.asp?id=36774180>. (In Russ.)
13. Sаврасов D.A., Дуева V.A., Золототрубов A.P., Матвеев V.M., *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, 2017, No. 1, pp. 73–76, EDN YIJDIH. (In Russ.)
14. Lorrie Gaschen, Ultrasonography of Small Intestinal Inflammatory and Neoplastic Diseases in Dogs and Cats, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, March 2011, Vol. 41, Is. 2, pp. 329–344, <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.01.002>.

15. *Novel Treatments for Lymphoma*, Douglas H. Thamm, VMD – Vet Clin Small Animal Practice, 2019, Vol. 49, pp. 903–915, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195561619300816?via%3Dihub>.