

*На правах рукописи*

ЦЫГАНСКИЙ РОМАН АЛЕКСАНДРОВИЧ

**УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ЖЕЛУДКА И КИШЕЧНИКА СОБАК И КОШЕК**

06.02.01 – Диагностика болезней и терапия животных,  
патология, онкология и морфология животных

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

Ставрополь – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ)

**Научный консультант** доктор биологических наук, профессор  
**Квочко Андрей Николаевич**

**Официальные оппоненты:** **Руденко Павел Анатольевич**, доктор ветеринарных наук, ФГБУН «Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова» Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний

**Мантатова Наталья Викторовна**, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова», заведующая кафедрой терапии, клинической диагностики, акушерства и биотехнологии

**Пудовкин Николай Александрович**, доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова», профессор кафедры морфологии, патологии животных и биологии

**Ведущая организация** ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина»

Защита состоится 17 декабря 2021 г. в 10 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 220.062.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355035, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел/факс: 8(8652)71-58-15, e-mail: ydiash@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г. и размещен на сайтах: ВАК Министерства науки и высшего образования РФ <http://www.vak.minobrnauki.gov.ru> «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.; ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» <https://www.stgau.ru> «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Дьяченко Юлия Васильевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность избранной темы и степень ее разработанности.** Ультразвуковое исследование (УЗИ) как рутинный метод визуальной диагностики используют в различных областях ветеринарной медицины: кардиологии, акушерстве, уронефрологии, эндокринологии, ортопедии, неврологии, офтальмологии, гастроэнтерологии. Вопросам применения метода ультразвуковой диагностики в ветеринарии в нашей стране посвящены работы В. И. Горинского с соавт. (2017), А. А. Руденко с соавт. (2021), А. С. Жимбуевой и Н. В. Мантатовой (2015), С. Ф. Назимкиной и В. А. Костылева (2017), Н. И. Колядиной и Н. А. Слесаренко (2017), И. И. Кочиш с соавт. (2018), Л. Ф. Сотниковой и В. И. Курман (2020), Н. М. Зуевой (2003) и других исследователей.

Публикации D. G. Penninck (1990) свидетельствуют о том, что УЗИ пищеварительного канала в ветеринарной практике осуществляется более 30 лет. Так, имеются сообщения об использовании УЗИ для исследования пищеварительного канала U. Braun (2008) у крупного рогатого скота, A. Porzuczek (2012) у лошадей, K. Epstein et al. (2008) у пони, Ch. K. Cebra et al. (2002) и A. L. Johnson et al. (2009) у лам и альпака, M. Tharwat et al. (2012) у верблюдов, U. Braun et al. (2011) у коз, A. Агут (2009) и J. J. Sanderson et al. (2017) у собак и кошек, M.-E. Krautwald-Junghanns et al. (2002) у зерноядных птиц, B. Schildger et al. (2001) у амфибий, Д. В. Кладовой и Н. В. Мантатовой (2020) у норок и соболей, а также у других видов животных.

По данным Т. Л. Силовой с соавт. (2010), Я. П. Зорина с соавт. (2014, 2015), важнейшими характеристиками тканей и органов при УЗИ наряду с линейными параметрами являются их эхогенность и эхоструктура. При эхографии стенки органов пищеварительного канала ряд авторов, таких как А. Агут (2009), G. Gory et al. (2014), D. G. Penninck et al. (2002), указывают, что слизистая и мышечная оболочки желудка и кишечника гипэхогенны, а граница полости органа со слизистой, подслизистая основа и серозная оболочка гиперэхогенны, однако отсутствуют сведения об эхооднородности и степени выраженности эхогенности в том или ином органе пищеварительного канала. Работы D. N. Rault et al. (2004), J. Sutherland-Smith et al. (2007), R. E. Pollard et al. (2013), М. И. Пыкова с соавт. (2014), Н. G. Heng et al. (2015), A. B. Le Roux et al. (2016), L. Gaschen et al. (2016), посвященные анализу изменений, обнаруженных при ультразвуковом исследовании органов пищеварительного канала, базируются на субъективном, недоказанном, восприятии эхогенности, а количественная оценка производится только путем подсчета субъективно оцененных изо-, гипо- или гиперэхогенных ультразвуковых структур.

Основным методом, позволяющим количественно характеризовать эхогенность, является эходенситометрия – построение и анализ амплитудных гистограмм с изучением распределения яркости пикселей в зоне интереса, используя «серую шкалу», путем кодирования всех амплитуд по градациям, как показано в исследованиях К. Maeda (1998), Т. Iwamoto

et al. (2003), Т. Л. Силиной с соавт. (2010), однако существует проблема стандартизации ультразвукового изображения.

В ветеринарной медицине количественные исследования экзогенности у кошек и собак проводили W. T. Drost et al. (2000) и M. Ivančić et al. (2008) только для печени и почек в норме, Т. Banzato et al. (2017) – при патологии этих органов *in vivo*, а Т. Banzato et al. (2015) и А. Zotti et al. (2015) – при их патологии *ex vivo*.

Вместе с тем, как указывают S. Mindel (1997) и J. Kofler et al. (2006), знания, навыки и опыт оператора, выполняющего и интерпретирующего визуализационное исследование, играют большую роль в постановке правильного диагноза. Однако, по данным С. Melvin et al. (2004), С. F. Royse et al. (2006), R. B. Gunderman et al. (2007) и А. Pinto et al. (2011), даже опытные специалисты при интерпретации диагностических изображений все еще допускают ошибки. D. A. Garcia et al. (2012) свидетельствуют, что процент таких ошибок при УЗИ органов брюшной полости у собак и кошек составляет 16,2 %. Большинство ошибок, по данным G. E. Pastore et al. (2007), А. С. Crabtree (2010), А. Р. Book et al. (2011) и G. A. Taylor et al. (2011), являются когнитивными и перцептивными, то есть связанными с недостаточными знаниями в интерпретации сонографических проявлений той или иной патологии и ошибками восприятия.

Разработка комплексных диагностических подходов с использованием референсных критериев в ультразвуковой диагностике является перспективным направлением, делающим ультразвук более интеллектуальным и менее зависимым от оператора. Однако поиск объективно оцениваемых эхографических маркеров, характеризующих ту или иную патологию в ветеринарной гастроэнтерологии, остается нерешенной проблемой.

**Цель исследования:** изучить ультрасонографические особенности желудка и кишечника у собак и кошек в норме и при отдельных патологиях.

**Задачи исследования:**

1. Установить эхографические морфометрические параметры стенки желудка, отделов тонкого и толстого кишечника у кошек и собак в норме с учетом массы тела.

2. Разработать методику количественной эходенситометрии оболочек стенки желудка и кишечника у собак и кошек, с определением соответствующих индексов экзогенности.

3. Определить качественные и количественные параметры ультрасонографии стенки желудка и кишечника собак и кошек в до- и постпрандиальный периоды.

4. Выявить ультрасонографические критерии по оценке органов пищеварительного канала собак и кошек при воспалительных и неопластических процессах.

5. Дать клинико-диагностическое описание ультразвуковых артефактов при исследовании желудка и кишечника у собак и кошек.

**Научная новизна.** Впервые разработан и запатентован способ количественного определения эхооднородности и экзогенности стенки органов пищеварительного канала и определен индекс экзогенности для желудка,

двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок у собак и кошек (патент РФ № 2746439 от 14.04.2021).

Впервые разработаны критерии качественной и количественной ультрасонографической характеристики желудка и кишечника собак и кошек в различные временные интервалы постпрандиального периода и подана заявка на патент («Способ ультразвуковой диагностики двенадцатиперстной и тощей кишок у собак и кошек» № 2021102848 от 05.02.2021).

Впервые представлены данные количественной эходенситометрии и определен индекс эхогенности кишечной стенки при хроническом лимфоцитарном энтерите и алиментарной лимфоме у кошек. Описана эхографическая картина слепой кишки у кошек в норме и при тифлите. Определены диагностические эхографические маркеры, индекс эхогенности кишечной стенки при парвовирусном энтерите у собак (патент РФ № 2742566 от 08.02.2021) и вирусной панлейкопении у кошек. Сопоставлены данные гистологического исследования желудка и кишечника при указанных патологиях с эхографическими проявлениями. Описана ультразвуковая картина кишечника при токсокарозе у собак и кошек, приведены ультразвуковые параметры идентификации токсокар.

Впервые описан мерцающий артефакт в доплеровских режимах сканирования желудка и кишечника у собак и кошек, его диагностическое значение, изучены условия его проявления на фантомных моделях.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследования расширяют и дополняют фундаментальные сведения о структурно-функциональной организации пищеварительного канала у собак и кошек.

Морфометрические и эхографические данные о желудке, тонком и толстом отделах кишечника у кошек и собак в зависимости от массы тела и временных интервалов постпрандиального периода имеют общебиологическое значение для морфологии, физиологии, а также могут служить справочным материалом для ветврачей визуальной диагностики. Представленная методика получения универсального индекса эхогенности желудка и кишечника у собак и кошек имеет важное практическое значение для ветеринарной гастроэнтерологии, поскольку обеспечивает детекцию нормальной ткани от патологической, дает возможность оценки течения заболевания желудка и кишечника, эффективности проводимого лечения за счет динамических исследований, а также повышает точность диагностики заболеваний этих органов. Использование методики количественной эходенситометрии желудка и кишечника, а также индекса эхогенности позволяет исследовать другие патологии пищеварительного канала и проводить морфоультразвуковую корреляцию.

Представленные ультрасонографические маркеры при хроническом лимфоцитарном энтерите, алиментарной лимфоме, вирусной панлейкопении, парвовирусном энтерите могут быть использованы в диагностических нейросетевых моделях для ультразвуковых изображений, а параметры количественной эходенситометрии и индекс эхогенности внесут в модель дополнительную информацию для перекрестного обучения, что улучшит их диагностическую точность. Получены патенты

РФ: «Способ ультразвуковой диагностики парвовирусного энтерита у собак» № 2742566 от 08.02.2021; «Способ определения экзогенности стенки желудка и тонкого кишечника у собак и кошек» № 2746439 от 14.04.2021; подана заявка на патент «Способ ультразвуковой диагностики двенадцатиперстной и тощей кишок у собак и кошек» № 2021102848 от 05.02.2021.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой проведенных исследований является применение научно обоснованных подходов по выявлению объективных параметров оценки желудка и кишечника у животных при ультразвуковой диагностике с целью детекции нормальной ткани от патологической. Результаты исследований получены с использованием сонографических, эходенситометрических, гистологических, цитологических, молекулярно-генетических, гельминтологических и статистических методов исследований. Особенностью работы является получение фундаментальных и прикладных данных по параметрам желудка и кишечника собак и кошек с использованием метода ультразвуковой диагностики в сравнительно-видовом аспекте в норме, а также при патологиях различного генеза.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Разработанные способы ультразвуковой диагностики желудка и кишечника с определением экзогенности их стенок позволяют объективно оценить состояние этих органов у собак и кошек.

2. Морфометрические ультразвуковые параметры стенки желудка и кишечника у собак зависят от веса, а качественные характеристики зависят от временных интервалов постпрандиального периода.

3. Выявленные ультрасонографические характеристики стенки желудка и кишечника и их индексы экзогенности у собак и кошек при воспалительных и неопластических процессах зависят от характера патоморфологических изменений и могут служить диагностическими маркерами.

4. Проявление акустических артефактов, в том числе мерцающего в доплеровских режимах сканирования, при ультрасонографии желудка и кишечника у собак и кошек обусловлено физическими свойствами объектов.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность проведенных исследований, правомочность основных положений и выводов обоснованы достаточным числом животных, использованных в экспериментах, детальным изучением литературы по теме исследования, а также тем, что все сонографические, эходенситометрические, гистологические, цитологические, молекулярно-генетические данные получены с использованием современных методов на сертифицированном оборудовании с последующей статистической обработкой, глубоким и аргументированным анализом полученных результатов.

Результаты исследований вошли в отчеты по научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» за 2016–2020 гг. Основные положения диссертации доложены, обсуждены и получили положительную оценку на научно-

практических конференциях «Диагностика, лечение и профилактика заболеваний сельскохозяйственных животных» (Ставрополь, 2016–2020 гг.), 19-й Международной научно-методической конференции по патологической анатомии животных «Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных» (Ставрополь, 20–22 сентября 2017 г.), Международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность в контексте новых идей и решений» (г. Семей, Казахстан, 10 марта 2017 г.), 7-й Всероссийской межвузовской конференции по ветеринарной хирургии ФГБОУ ВО «МГАВМиБ-МВА имени К. И. Скрябина» (Москва, 24–25 ноября 2017 г.), XIV конгрессе Международной ассоциации морфологов (Астрахань, 19–22 сентября 2018 г.), 20-й Национальной научно-практической конференции с международным участием по патологической анатомии животных «Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных» (Уфа, 22–24 апреля 2020 г.), XV конгрессе Международной ассоциации морфологов (Ханты-Мансийск, 21–22 октября 2020 г.), IV Международной научной конференции «AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» (Красноярск, 18–20 ноября 2020 г.), 10-й Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Pupina partners (Москва, 18–19 декабря 2020 г.).

Материалы диссертации вошли в методические рекомендации «Количественная эходенситометрия структур пищеварительного канала собак и кошек», утвержденные на заседании секции зоотехнии и ветеринарии Отделения сельскохозяйственных наук РАН по направлению фармакология и терапия (протокол № 1 от 29.04.2021), и «Ультразвуковая диагностика воспалительных, неопластических и паразитарных патологий пищеварительного канала собак и кошек», рекомендованные к изданию комиссией научно-технического совета секции животноводства министерства сельского хозяйства Ставропольского края (протокол № 8 от 06.04.2021), в монографию «Ультрасонография пищеварительного канала собак и кошек» (Санкт-Петербург, изд-во «Лань», 2019), предназначенные для профильных научных работников, практикующих ветеринарных врачей, студентов и слушателей курсов повышения квалификации по специальности «Ветеринария» и зооветеринарных специалистов. Материалы исследований используются в учебном процессе и научных исследованиях в ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», Аграрно-технологическом институте ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия», ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агро-

технологический университет», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет», ОГБПОУ «Новгородский агротехнический техникум». Материалы исследований внедрены и используются как справочный материал в практической деятельности ветеринарных специалистов ветеринарной клиники «Колибри», научно-диагностического и лечебного ветеринарного центра Ставропольского ГАУ, ветеринарного центра им. Пирогова (г. Ставрополь), ГБУ СК «Пятигорская СББЖ», сети ветеринарных клиник «Слон» (г. Краснодар), сети ветеринарных клиник «Медвед» и «ШансБио», ветеринарных клиник «Артемида», «Верный друг», «Биоконтроль» (г. Москва).

**Личный вклад соискателя.** Постановка научной проблемы, формулирование цели и задач, определение методологических подходов, модели исследования, анализ и обобщение научной литературы, патентный поиск, организация и проведение исследований, статистическая обработка экспериментальных данных, подготовка рукописи и научных публикаций выполнены лично автором. В ходе работы проведены ультразвукографические, гистологические, цитологические, молекулярно-генетические, гельминтологические исследования, а также статистическая обработка полученных результатов. Личный вклад соискателя при выполнении диссертации составляет 95 %.

**Публикации.** По материалам исследований опубликовано 32 научные работы, в которых отражены основные положения и выводы по теме диссертации, в том числе 14 статей в изданиях, включенных в Перечень Российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций («Актуальные вопросы ветеринарной биологии», «Известия МААО», «Ветеринария, зоотехния и биотехнология», «Вестник АПК Ставрополя», «Морфология», «Вестник Курской ГСХА», «Вестник КрасГАУ», «Научная жизнь», «Ветеринарный врач», «Международный вестник ветеринарии», «Аграрный вестник Верхневолжья», «Иппология и ветеринария»). Три статьи опубликованы в журналах, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования (Web of Science, Scopus), 6 научных работ – в трудах и материалах российских и международных конференций, съездов, конгрессов. Получены 2 патента на изобретения РФ. Изданы 1 монография, 2 единицы методических рекомендаций и 4 единицы учебно-методических пособий.

**Объем и структура диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов собственных исследований и их анализа, заключения, включающего выводы, практические рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследования, списка литературы. Указатель литературы содержит сведения о 464 источниках, в том числе 91 на русском и 373 на иностранных языках. Диссертационная работа изложена на 341 странице компьютерного текста. Иллюстрации представлены 144 рисунками, цифровой материал сгруппирован в 15 таблицах.

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе представлен анализ научной литературы, посвященной морфофункциональной характеристике пищеварительного канала собак и кошек, этиологии, патогенезу и клинической характеристике воспалительных и неопластических патологий желудка и кишечника собак и кошек, ультразвуковому исследованию как методу диагностики состояния пищеварительного канала собак и кошек, экзогенности как ключевой характеристике ультразвукового изображения и методологическим подходам к ее определению, а также артефактам, возникающим при проведении ультразвукового исследования.

## 2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования выполнены на кафедре физиологии, хирургии и акушерства факультета ветеринарной медицины и в научно-диагностическом и лечебном ветеринарном центре ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», в ветеринарном центре им. Пирогова г. Ставрополя, межкафедральной научно-исследовательской лаборатории экспериментальной иммуноморфологии, иммунопатологии и иммунобиотехнологии института живых систем Северо-Кавказского федерального университета в период с 2014 по 2020 год. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

При исследовании морфометрических и ультрасонографических характеристик пищеварительного канала у здоровых собак и кошек объектом исследования служили разновозрастные и разнопородные собаки и кошки обоих полов без клинических симптомов заболеваний органов пищеварительного аппарата. Всего было обследовано 168 кошек в возрасте от 1 года до 5 лет и 294 собаки в возрасте от 1 года до 7 лет. Собаки были ранжированы по весу на 5 групп:  $\leq 5$  кг, 6–15, 16–25, 26–35,  $\geq 36$  кг.

При исследовании экзогенности желудка и кишечника в постпрандиальный период было обследовано 17 собак в возрасте от 1 года до 7 лет и 14 кошек в возрасте от 1 года до 6 лет. Критерием отбора являлось отсутствие клинических признаков заболеваний пищеварительного аппарата в анамнезе. Животных обследовали до кормления с предварительной 10–12-часовой голодной диетой, через 20, 40, 60, 90, 120 и 180 минут после кормления. Для кормления использовали готовые сухие рационы Purina® Dog Chow® для взрослых собак с содержанием жира 12 %, белка 25 % и Purina® Cat Chow® для взрослых кошек с содержанием жира 11 %, белка 32 %.

При исследовании морфометрических и ультрасонографических характеристик пищеварительного канала у собак и кошек с вирусным гастроэнтеритом было обследовано 53 собаки в возрасте от 6 недель до 7 месяцев с лабораторно подтвержденным диагнозом парвовирусный энтерит и 49 кошек в возрасте от 6 недель до 1 года с лабораторно подтвержденным диагнозом панлейкопения.

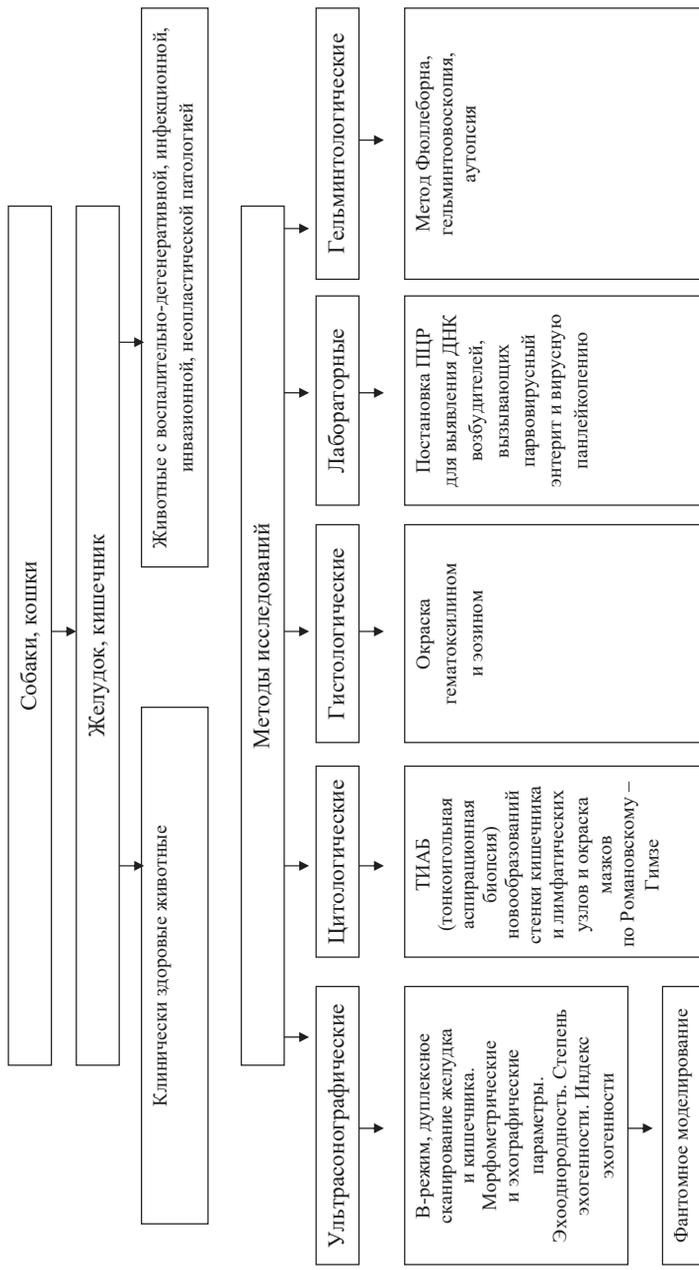


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Для постановки диагноза парвовирусный энтерит (CPV-2) и панлейкопении исследовали соскобы эпителия кишечника на приборе для количественного обнаружения продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени QuantStudio 5, 96-well, 0.2 mL (Thermo Fisher Scientific, USA) при помощи набора для выявления ДНК вирусов, вызывающих парвовирусный энтерит и панлейкопению (ООО «Фрактал Био», Санкт-Петербург, Россия).

Образцы стенки желудка и тощей кишки получали в ходе аутопсии от 11 погибших от парвовирусного энтерита собак, 14 погибших от панлейкопении кошек и фиксировали в 10 % нейтральном формалине.

Слепую кишку дополнительно исследовали у 14 кошек с рецидивирующими клиническими признаками заболеваний нижних отделов пищеварительного канала: диарея (6 из 14), гематохезия (8 из 14) (9 самок и 5 самцов) в возрасте от 1 года до 10 лет.

Биоптаты стенки слепой кишки со всеми слоями получали в ходе лапаротомии и фиксировали в 10 % нейтральном формалине.

При исследовании морфометрических и ультрасонографических характеристик желудка и кишечника у кошек с алиментарной лимфомой было обследовано 32 разнопородные, разнополые и разновозрастные кошки с микроскопически подтвержденным диагнозом алиментарная лимфома. Анализу подверглись ретроспективные цифровые сонограммы желудка и кишечника данных животных. Диагноз алиментарная лимфома устанавливали при помощи цитологического и гистологического исследования биоптатов тонкого кишечника. Тонкоигольную аспирационную биопсию (ТИАБ) стенки кишечника и лимфоузлов проводили 23 животным под УЗ-контролем иглами 21–23G, образцы стенки тощей кишки получали в ходе аутопсии от 9 погибших от лимфомы кошек. Биоптаты для цитологического исследования фиксировали на предметном стекле в 96° спирте и окрашивали по Романовскому – Гимзе, образцы для гистологического исследования фиксировали в 10 % нейтральном формалине.

Заливку проб для гистологического исследования проводили в парафин. Срезы толщиной 5 микрон готовили на санном микротоме. Окраску срезов проводили гематоксилином и эозином согласно методическим рекомендациям В. В. Семченко с соавт. (2006) и оценивали при световой микроскопии.

Цифровые снимки гистопрепаратов и биоптатов для цитологического исследования получены при помощи тринокулярных микроскопов AxioImager.A2 (Zeiss, Germany), ОПТИКА В-350 (Optika Microscopus, Italy) и цифровых фотокамер AxioCam MRc5 (Zeiss, Germany) и CANON PowerShot A590IS (Canon, Japan).

Наличие и степень воспалительного процесса в кишечнике устанавливали согласно рекомендациям Всемирной ветеринарной ассоциации мелких домашних животных (World Small Animal Veterinary Association (WSAVA)) по следующим критериям: повреждение поверхности эпителия, расширение и деформация крипт, гиперплазия крипт, фиброз и атрофия слизистой оболочки, наличие в собственной пластинке слизистой оболочке лимфоцитов, эозинофилов, нейтрофилов и макрофагов, по M. J. Day et al. (2008).

Ультразвуковую визуализацию гельминтов проводили у 46 кошек и 21 собаки. Гельминтологическое исследование проводили по методу Фюл-леборна с последующей гельминтоооскопией у 16 кошек и 11 собак, а также осуществляли посмертную диагностику. Идентификацию гельминтов осуществляли дифференциальной диагностикой по морфологической структуре яиц, по А. А. Черепанову с соавт. (2001).

УЗИ проводили на сканерах SIUI Apogee 1100 (Shantou Institute of Ultrasonic Instruments Co., Ltd., Guangdong, China) и SonoAce R7 (Samsung Medison Co., Ltd., Seoul, South Korea) по общепринятой методике с использованием мультислотных конвексных и линейных датчиков с частотами 5–12 МГц. Животных обследовали в дорсальном, левом и правом боковом лежачем положении.

Кардиальную часть желудка визуализировали в левом подреберье со стороны висцеральной поверхности левой латеральной доли печени, фундальную часть желудка исследовали в области мечевидного хряща, пилорическую часть желудка, пилорический канал, краниальную часть двенадцатиперстной кишки – в правом подреберье, со стороны висцеральной поверхности правой медиальной и латеральной долей печени. Двенадцатиперстную кишку сканировали справа, начиная от пространства между 9–10 ребрами, перемещая датчик в каудальном направлении вдоль правой стороны тела. Визуализируя краниальную часть двенадцатиперстной кишки у пилоруса, краниальный изгиб, перемещали датчик в каудальном направлении, определяли нисходящую часть, каудальный изгиб, поперечную и восходящую часть двенадцатиперстной кишки. Остальные отделы тонкой кишки оценивали, проводя датчик справа налево и слева направо, а затем в краниально-каудальном направлении, визуализируя тонкий отдел кишечника на всем протяжении. Сканы тонкой кишки исследовали в зависимости от взаимного расположения датчика и кишечника, в сагиттальной плоскости, в поперечной плоскости, а также в ряде боковых проекций. Подвздошную кишку исследовали в правых средне-краниальных отделах брюшной полости, идентифицируя по ее связи с восходящей ободочной и слепой кишками. При исследовании кишечника оценивали толщину стенки, состояние и толщину отдельных слоев стенки. Слепую кишку исследовали в области правого мезогастрия, идентифицируя ее по связи с подвздошной и восходящей ободочной кишками. Восходящую ободочную кишку определяли параллельно и медиальнее двенадцатиперстной кишке, каудально к телу желудка идентифицировали прилегающую поперечную ободочную кишку, нисходящую ободочную кишку визуализировали слева, перемещая датчик в каудальном направлении вдоль левой стороны тела.

Толщину стенки различных отделов желудка и кишечника измеряли на фиксированных изображениях в продольной и поперечной плоскости, путем размещения курсора на внешней границе серозной оболочки и на внутренней границе слизистой оболочки перпендикулярно к продольной оси, при этом на мониторе сканера автоматически отображались цифровые значения. Таким же образом измеряли каждый слой по отдельности.

Количественное определение экзогенности стенки желудка и тонкого кишечника у собак и кошек, включающее анализ эхооднородности слизистого, подслизистого и мышечного слоев цифрового ультразвукового изображения, представляющий собой оценку двух зон одного слоя – исследуемой и сравниваемой, проводили согласно патенту Р. А. Цыганского (№ 2746439 от 14.04.2021) на компьютере в графическом редакторе с функцией «гистограмма» в черно-белом режиме, обводили исследуемую зону и сравниваемую зону, включали функцию «гистограмма», при этом числовые значения параметров «среднее значение» и «отклонение» автоматически отображались в окне гистограммы. Для сравниваемой зоны дополнительно определяли «погрешность отклонения», разделяя эту зону на несколько участков, определяли значение отклонения в каждом участке данной зоны, выбирали максимальное отклонение и минимальное отклонение в сравниваемой зоне или ее участках, далее производили расчет погрешности отклонения в сравниваемой зоне по формуле

$$P_{\text{Откл}2} = \text{Откл}_{\text{доп.маx}} - \text{Откл}_{\text{доп.миn}}$$

где  $P_{\text{Откл}2}$  – погрешность отклонения в сравниваемой зоне;  
 $\text{Откл}_{\text{доп.маx}}$  – максимальное значение отклонения в участках сравниваемой зоны;  
 $\text{Откл}_{\text{доп.миn}}$  – минимальное значение отклонения в участках сравниваемой зоны.

Затем производили расчет разницы отклонений в исследуемой зоне и в сравниваемой зоне по формуле

$$\Delta\text{Откл} = \text{Откл}_1 - \text{Откл}_2,$$

где  $\Delta\text{Откл}$  – разница отклонений в исследуемой и сравниваемой зоне;  
 $\text{Откл}_1$  – отклонение в исследуемой зоне;  
 $\text{Откл}_2$  – отклонение в сравниваемой зоне.

Выполняли сравнение погрешности отклонения в сравниваемой зоне с разницей отклонений в исследуемой и сравниваемой зоне по формуле

$$KЭО = P_{\text{Откл}2} - \Delta\text{Откл},$$

где  $KЭО$  – критерий эхооднородности исследуемой зоны;  
 $P_{\text{Откл}2}$  – погрешность отклонения в сравниваемой зоне;  
 $\Delta\text{Откл}$  – разница отклонений в исследуемой и сравниваемой зоне.

В результате расчетов определяли степень эхооднородности слоя, исследуемая зона гетерозогенна, если  $KЭО < 0$ , ультразвуковое изображение получали при калибровочной настройке УЗ-сканера по шкале регулятора

усиления прибора (Gain), равной 255 (что соответствует максимуму). Анализ УЗ-изображения в графическом редакторе проводили на увеличенном втрое масштабе, а при условии, что  $KЭО > 0$ , то есть при условии гомоэхогенности слоев, рассчитывали коэффициент или индекс эхогенности стенки желудка или кишечника. С этой целью определяли долю эхогенности слоев в виде отношения полученного результата  $Cp_{ярк}$  для каждого отдельного слоя стенки желудка, двенадцатиперстной или тощей кишки (слизистого, подслизистого, мышечного) в процентах к максимальному отражению эхосигнала, выраженного в максимальном значении яркости пикселей 8-битного изображения, равного 256, по формуле

$$ДЭС = (Cp_{ярк} \times 100) / 256,$$

где  $ДЭС$  – доля эхогенности слоев слизистого, подслизистого, мышечного в процентах;  
 $Cp_{ярк}$  – среднее значение яркости исследуемого слоя;  
 256 – максимальное значение яркости пикселей 8-битного изображения.

В итоге получали индекс эхогенности стенки желудка  $ИЭ_{ж}$ , двенадцатиперстной  $ИЭ_{дпк}$  или тощей кишки  $ИЭ_{тк}$ :

$$ИЭ_{(ж, дпк, тк)} = ДЭС_c / ДЭС_{п/с} / ДЭС_m,$$

где  $ИЭ_{(ж, дпк, тк)}$  – индекс эхогенности стенки желудка, двенадцатиперстной или тощей кишки;  
 $ДЭС_c$  – доля эхогенности слизистого слоя;  
 $ДЭС_{п/с}$  – доля эхогенности подслизистого слоя;  
 $ДЭС_m$  – доля эхогенности мышечного слоя.

Воспроизведение мерцающего артефакта в модели осуществляли при помощи пластикового контейнера с водой, в который помещали различные объекты, подобранные по 4 критериям: объекты с низкими отражающими свойствами и ровной поверхностью (силикон), объекты с низкими отражающими свойствами и шероховатой поверхностью (пористый поролон), объекты с высокой отражающей способностью и гладкой поверхностью (стеклянные и стальные сферы) и объекты с высокой отражающей способностью и шероховатой поверхностью (фрагменты твердой горной породы (гранит), пеноплекс). Исследование проводили в режимах двумерной серошкальной визуализации (В-режим), цветного доплеровского картирования (ЦДК), энергетического доплеровского картирования (ЭДК), спектральном режиме и в режиме В-flow.

При обращении с обследуемыми животными соблюдались «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 742 от 13.11.1984) и «Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях».

При проведении исследований и написании диссертации отсутствовал конфликт личных, коммерческих, академических, интеллектуальных и др. интересов.

Числовые данные обрабатывали при помощи однофакторного дисперсионного анализа и критерия Стьюдента для множественных сравнений, зависимость выявляли в ходе корреляционного анализа путем вычисления линейного коэффициента Пирсона в программе Primer of Biostatistics 4.03 для Windows на IBM PC-совместимом компьютере.

При написании диссертации использовалась Международная ветеринарная анатомическая номенклатура под редакцией Н. В. Зеленецкого (2013) и Международные термины по цитологии и гистологии под редакцией В. В. Банина и В. Л. Быкова (2009).

Внутритекстовые библиографические ссылки оформлены с использованием ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическое описание при составлении списка литературы оформлено с использованием ГОСТ Р 7.0.100–2018.

## **2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ**

В разделе изложены результаты научных исследований, опубликованные в научных статьях самостоятельно и в соавторстве, которые содержат уточненные, расширенные и новые сведения.

### **2.2.1. УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛУДКА И КИШЕЧНИКА КОШЕК И СОБАК В НОРМЕ**

#### **2.2.1.1. Ультразвуковая характеристика желудка и кишечника кошек**

УЗИ желудка и кишечника проводили клинически здоровым животным без заболеваний пищеварительного аппарата в анамнезе.

Пустой желудок при поперечном скане визуализируется в виде круглой структуры, в которой складки располагаются радиально в виде пальцеобразных выростов, ориентированных внутрь полости. При продольном сканировании складки стенки пустого желудка визуализируются в виде горизонтально ориентированных линий с чередованием подслизистого, слизистого слоев и гиперэхогенной линии просвета полости желудка.

Толщина стенки желудка между складками составляет  $2,34 \pm 0,15$  мм, а толщина стенки в складке –  $5,57 \pm 0,88$  мм. В наполненном желудке визуализируется стенка, проксимальная к датчику, дистальная стенка не видна из-за артефакта акустической тени от алиментарного содержимого полости желудка. Толщина стенки желудка между складками не изменяется, а толщина в складке значительно варьирует в зависимости от степени наполнения желудка. В пилорической части желудка сохраняется складчатый характер слизистого и подслизистого слоев, в пилорическом канале продольно ориентированные складки слабо выражены. В отличие от кардиального сфинктера, визуализация которого зачастую затруднена, пилорический сфинктер доступен для детального исследования, что позволяет наблюдать пилорический рефлекс при наполненном желудке.

Непосредственно за пилорическим сфинктером визуализируется краиниальная часть двенадцатиперстной кишки.

В краниальной части двенадцатиперстной кишки, на расстоянии приблизительно 30 мм каудальнее пилорического сфинктера, на дистальной от датчика стенке можно визуализировать большой дуоденальный сосочек и прилегающую к нему печеночно-поджелудочную ампулу. Ширина сосочка в среднем составляет  $3,10 \pm 1,12$  мм.

В каудальном направлении визуализировали нисходящую часть двенадцатиперстной кишки, идущую каудальнее правой почки до уровня 5–6 поясничного позвонка, в этом месте можно обнаружить краниальный изгиб и восходящую часть двенадцатиперстной кишки. Далее она переходит в тощую кишку, ориентированную медиально в брюшной полости. При УЗИ не представляется возможным дифференцировать структурно двенадцатиперстную и тощую кишки. Исследователь должен ориентироваться на топографические данные. Незначительны и морфометрические параметры между этими отделами тонкого кишечника.

Стенка двенадцатиперстной кишки в среднем на 0,11 мм толще стенки тощей кишки (таблица 1). Процентное соотношение оболочек двенадцатиперстной и тощей кишок составляет: слизистая – 59,4 и 56,2 %, подслизистая основа – 17,4 и 16,9 %, мышечная – 12,7 и 13,6 %, серозная – 10,1 и 13,2 % соответственно.

Подвздошную кишку визуально можно дифференцировать по более выраженной подслизистой основе, а также по ее связи с восходящей ободочной и слепой кишками в области правого мезогастрия. Процентное соотношение оболочек подвздошной кишки составляет: слизистая – 26,9 %, подслизистая основа – 27,8 %, мышечная – 29,2 %, серозная – 16 %.

При поперечном сканировании подвздошная кишка складчатая, толщина стенки в среднем составляет 2,57 мм, варьируя от  $2,11 \pm 0,42$  между складками до  $3,06 \pm 0,28$  мм в складке. При переходе подвздошной кишки в толстый кишечник на узком участке визуализируется утолщение мышечной оболочки, представленное сфинктером подвздошной кишки. Каудальнее сфинктера визуализируется отверстие подвздошной кишки, открывающееся между слепой и ободочной кишками, при этом подвздошная кишка выступает в просвет толстого кишечника на 2–4 мм.

Слепая кишка у кошек локализуется справа от срединной линии в области краниального изгиба двенадцатиперстной кишки. Дифференцировать ее можно по расположенному рядом входному отверстию подвздошной кишки и не имеющей продолжения, в отличие от подвздошной кишки, конусообразно и слепо заканчивающейся стенке.

Слепую кишку визуализировали у всех кошек. У 142 кошек она была локализована в средней части брюшной полости, у 26 кошек – более краниально, в области последнего ребра. После идентификации соединения подвздошной кишки с ободочной слепую кишку визуализировали в сагиттальной проекции при ротации датчика слева направо у 149 кошек и справа налево – у 19 кошек. Идентифицировали тело и верхушку слепой кишки, стенка которых представлена слоями различной экзогенности. У клинически здоровых кошек стенка тела слепой кишки имеет пять эхографических слоев, соответствующих наружной части полости

и границе полости со слизистой, слизистой (гипоэхогенный слой), подслизистой (гиперэхогенный слой), мышечной (гипоэхогенный слой) и серозной оболочкой (гиперэхогенный слой). Слоистость верхушки слепой кишки отличается тем, что присутствует неоднородный утолщенный слой, соответствующий слизистой оболочке с гипоэхогенными округлыми или овальными областями размером 0,1–0,15 мм, разделенными тонкими гиперэхогенными полосками.

Таблица 1 – Толщина стенки желудка и кишечника и его оболочек у кошек (n=168), измеренная при УЗИ

Орган	Оболочки стенки	Толщина, мм
		M±m
Желудок	все оболочки стенки между складок	2,34±0,15
	все оболочки стенки в складке	5,57±0,88
Двенадцатиперстная кишка	все оболочки стенки	2,76±0,38
	слизистая	1,64±0,40
	подслизистая основа	0,48±0,17*
	мышечная	0,35±0,10*
	серозная	0,28±0,10*
Тощая кишка	все оболочки стенки	2,65±0,42
	слизистая	1,49±0,16
	подслизистая основа	0,45±0,15*
	мышечная	0,36±0,11*
	серозная	0,35±0,08*
Подвздошная кишка	все оболочки стенки между складок	2,11±0,42
	все оболочки стенки в складке	3,06±0,28
	слизистая	0,57±0,12**
	подслизистая основа между складок	0,59±0,08
	подслизистая основа в складке	1,54±0,19
	мышечная	0,62±0,08**
	серозная	0,34±0,10**
Слепая кишка	тело	1,44±0,32
	верхушка	2,49±0,43
Ободочная кишка	все оболочки стенки	1,21±0,15

*Примечание:* \* – достоверная разница со слизистой оболочкой ( $p \leq 0,01$ ); \*\* – достоверная разница с подслизистой основой ( $p \leq 0,01$ ).

У 118 животных слепая кишка имела плотное содержимое с нечетким артефактом акустической тени, у 26 – была пуста или с небольшим количеством газа. Толщина стенки тела и верхушки слепой кишки составила 1,44±0,32 мм и 2,49±0,43 мм соответственно.

При гистологическом исследовании слепая кишка имела трубчатую структуру, характерную для стенки пищеварительного канала, с выраженной лимфоидной тканью. В подслизистой основе присутствуют лимфоидные узелки, наиболее многочисленные в верхушке слепой кишки. За счет лимфоидной ткани подслизистая основа верхушки является наибольшей по толщине, в сравнении с другими слоями. Почти все лимфоидные узелки подслизистой распространяются в собственную пластинку слизистой оболочки. Над лимфоидными узелками отсутствует мышечная пластинка слизистой оболочки и истончена собственная пластинка слизистой. При ультразвуковой визуализации лимфоидные узелки представлены округлыми гипэхогенными очажками на внутреннем слое стенки верхушки слепой кишки, происходящими из подслизистой и выступающими в слизистую оболочку, между которыми находятся тонкие гиперэхогенные участки, гистологически представленные эпителиоцитами и неравномерно распределенными скоплениями лимфоцитов. При УЗИ не представляется возможным дифференцировать слизистую оболочку и подслизистую основу верхушки слепой кишки у кошек, поскольку эти слои комбинированы лимфоидными образованиями.

Толщина слизистой оболочки и подслизистой основы стенки верхушки слепой кишки, измеренная при УЗИ, в среднем составляет  $1,74 \pm 0,31$  мм.

Длина верхушки слепой кишки, измеренная от начала слизистой оболочки и подслизистой основы, составила  $9,50 \pm 1,10$  мм. Точное измерение длины тела слепой кишки при УЗИ затруднено, поскольку не имеется четкого ориентира для дифференцировки тела от основания слепой кишки.

Восходящая ободочная кишка начинается от подвздошнослепоеободочного отверстия, локализуется параллельно нисходящей двенадцатиперстной кишке медиально от нее, дорсально соприкасается с правой почкой, затем влево от нее дугой переходит в поперечную ободочную кишку, проходящую под желудком, где слева от срединной линии она переходит в нисходящую ободочную кишку. Для визуализации доступна только проксимально расположенная к датчику часть стенки ободочной кишки. Плотные массы в ободочной кишке отражают ультразвуковые волны, формируя артефакт акустической тени, не представляющий возможности визуализировать дистальную стенку.

Стенка ободочной кишки также имеет слоистость, которую можно дифференцировать визуально, однако из-за незначительной толщины стенки измерение отдельных оболочек при УЗИ в стандартных режимах сканирования у здоровых кошек затруднено.

В области входа в таз на уровне 7-го поясничного позвонка ободочная кишка переходит в прямую кишку. Визуализация ее при транскутанном УЗ-сканировании затруднена из-за препятствия, создаваемого лонными костями таза.

Анальный канал доступен для транскутанного исследования. Визуализируется внутренний и наружный анальный сфинктер и расположенные билатерально от анального отверстия параанальные синусы, размер которых варьирует от степени наполнения.

### 2.2.1.2. Количественные показатели экзогенности желудка и кишечника кошек

При определении количественных показателей экзогенности и расчете однородности каждой отдельной оболочки нами установлено, что оболочки стенки желудка и тонкого отдела кишечника у здоровых кошек экзооднородны, поскольку расчетный критерий однородности ( $KЭО$ ) имел положительное значение, то есть был выше 0, а критерий изоэкзогенности ( $KИЗ$ ) не превышал значение 0. Слизистая и мышечная оболочки являются гипоэкзогенными, поскольку относительно подслизистой основы расчетные критерии соответствуют положению:  $0 \leq KЭО, 0 < KИЗ, \Delta Cр_{ярк} < 0$ .

Экзогенность слизистой двенадцатиперстной и тощей кишок практически одинакова, однако показатель экзогенности слизистой желудка  $Cр_{ярк}$  на 19,5 %, а подвздошной кишки – на 31,5 % выше средних значений этого показателя слизистой двенадцатиперстной и тощей кишок. Подслизистая основа и серозная оболочка являются гиперэкзогенными, поскольку относительно слизистой расчетные критерии соответствуют положению:  $0 \leq KЭО, 0 < KИЗ, 0 < \Delta Cр_{ярк}$ . Средние параметры экзогенности подслизистой основы желудка и подвздошной кишки имеют схожие значения, также близки между собой данные подслизистой основы двенадцатиперстной и тощей кишок. Однако количественные значения экзогенности подслизистой основы желудка и подвздошной кишки ( $Cр_{ярк}$ ) на 11,4 % выше экзогенности подслизистой основы двенадцатиперстной и тощей кишок. Экзогенность мышечной оболочки существенно не отличается в исследуемых органах кошек.

В связи с тем, что количественные параметры экзогенности оболочек стенки желудка и тонкого отдела кишечника в абсолютных значениях яркости пикселей имеют достоверные отличия, мы определяли соотношение полученного результата  $Cр_{ярк}$  для каждой отдельной оболочки в процентах к максимально возможному отражению экосигнала в желудке и разных отделах тонкого кишечника.

Доля экзогенности оболочки стенки желудка в виде отношения полученного результата  $Cр_{ярк}$  для каждой отдельной оболочки в процентах к максимальному отражению экосигнала, выраженного в максимальном значении яркости пикселей 8-битного изображения, равного 256, составила в среднем  $35,19 \pm 2,33$ ,  $63,54 \pm 6,21$  и  $43,44 \pm 7,19$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно.

Доля экзогенности оболочек стенки двенадцатиперстной кишки составила в среднем  $28,78 \pm 2,69$ ,  $56,9 \pm 6,34$  и  $42,19 \pm 5,03$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно.

Доля экзогенности оболочек стенки тощей кишки составила в среднем  $27,85 \pm 3,57$ ,  $56,28 \pm 6,92$  и  $42,90 \pm 4,39$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно. Для оболочек стенки подвздошной кишки этот показатель составил  $41,34 \pm 7,10$ ,  $64,15 \pm 5,70$  и  $41,66 \pm 5,46$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно.

Соотношение количественных значений отраженного экосигнала отдельной оболочкой стенки желудка и кишечника позволяет использовать индекс экзогенности стенки для каждого отдельного органа пищеварительного канала у животных. Так, индекс экзогенности стенки

желудка составляет в среднем значении 35,19 / 63,54 / 43,44 (слизистая, подслизистая основа, мышечная), стенки двенадцатиперстной кишки – 28,78 / 56,90 / 42,19, стенки тощей кишки – 27,85 / 56,28 / 42,90, индекс эхогенности стенки подвздошной кишки составляет 41,34 / 64,15 / 41,66 (слизистая, подслизистая основа, мышечная).

### **2.2.1.3. Ультразвуковая характеристика желудка и кишечника собак**

Желудок собак при поперечном скане визуализируется в виде овальной или круглой структуры, в которой складки располагаются радиально в виде пальцеобразных выростов, ориентированных внутрь полости. При продольном сканировании складки стенки желудка визуализируются в виде горизонтально ориентированных линий с чередованием подслизистой основы и слизистой оболочки.

Толщина стенки желудка между складками практически не изменяется, а толщина в складке значительно колеблется в зависимости от степени наполнения желудка. В пилорической части желудка сохраняется складчатый характер слизистой оболочки и подслизистой основы, выражена мышечная оболочка. В отличие от кардиального сфинктера, визуализация которого зачастую затруднена, пилорический сфинктер доступен для детального исследования.

Непосредственно за пилорическим сфинктером визуализируется краниальная часть двенадцатиперстной кишки, представленная ее ампулой. Ее отличает слабо выраженная слизистая оболочка и значительно развитая подслизистая основа.

За краниальным изгибом в нисходящей части двенадцатиперстной кишки, на расстоянии приблизительно 50 мм (для средней весовой группы) каудальнее пилорического сфинктера, на дальней, по отношению к датчику, стенке (со стороны прилегания поджелудочной железы) можно визуализировать большой сосочек двенадцатиперстной кишки. Ширина сосочка в среднем составляет  $4,40 \pm 1,73$  мм ( $n=54$  для средней весовой группы).

В каудальном направлении визуализировали нисходящую часть двенадцатиперстной кишки, прилегающую к правой латеральной и правой медиальной долям печени, далее к париетальной брюшине дорсолатеральной брюшной стенки. Медиальнее нисходящей части двенадцатиперстной кишки определяется прилегающая к ней правая доля поджелудочной железы.

Малый сосочек двенадцатиперстной кишки визуализируется реже, на расстоянии приблизительно 30 мм каудальнее большого сосочка. Ширина сосочка в среднем составляет  $3,20 \pm 0,98$  мм ( $n=23$ ). Ориентировочно на уровне 5–6-го поясничного позвонка можно визуализировать каудальный изгиб двенадцатиперстной кишки, короткую поперечную часть и восходящую часть двенадцатиперстной кишки.

Далее двенадцатиперстная кишка переходит в тощую кишку, ориентированную медиально в брюшной полости.

При УЗИ не представляется возможным дифференцировать структурно двенадцатиперстную и тощую кишки. Исследователь должен ориен-

тироваться на топографические данные. Морфометрические параметры этих отделов тонкого кишечника имеют некоторые отличия.

Толщина двенадцатиперстной кишки и ее слизистой оболочки больше, чем тощей кишки, в среднем на 9,5 и 9,9 % соответственно. Не выявлено существенных различий между толщиной остальных оболочек (таблица 2).

Таблица 2 – Толщина стенки и ее оболочек желудка, тонкого и толстого отделов кишечника собак (n=294)

Орган	Слой стенки	Собаки, кг				
		≤5 (n=64)	6–15 (n=57)	16–25 (n=60)	26–35 (n=58)	≥36 (n=55)
		Толщина, мм				
		M±m				
Желудок	все оболочки стенки между складок	2,39±0,55	2,98±0,34*	3,25±0,57	3,87±0,46*	4,19±0,61
	все оболочки стенки в складке	4,58±0,83	6,63±1,54*	7,14±1,31	7,95±0,92	8,67±1,44
Двенадцатиперстная кишка	все оболочки стенки	3,64±0,51	4,76±0,76**	4,93±0,47	5,40±0,66	5,65±0,76
	слизистая	2,32±0,38	3,23±0,63**	3,42±0,34	3,71±0,39	3,84±0,55
	подслизистая	0,57±0,17	0,59±0,11	0,56±0,07	0,64±0,08	0,69±0,10
	мышечная	0,44±0,14	0,48±0,15	0,46±0,08	0,56±0,09	0,58±0,11
	серозная	0,33±0,04	0,48±0,10	0,48±0,09	0,52±0,06	0,55±0,09
Тощая кишка	все оболочки стенки	3,37±0,69	4,39±0,71*	4,54±0,35	4,76±0,39	4,96±0,52
	слизистая	2,12±0,46	3,06±0,63*	3,14±0,29	3,22±0,23	3,32±0,22
	подслизистая	0,43±0,17	0,50±0,08	0,54±0,07	0,63±0,09	0,68±0,20
	мышечная	0,39±0,11	0,46±0,08	0,48±0,08	0,5±0,07	0,52±0,10
	серозная	0,41±0,12	0,40±0,07	0,41±0,04	0,43±0,06	0,44±0,08
Подвздошная кишка	все оболочки стенки	2,18±0,39	2,60±0,35*	2,86±0,36	3,25±0,28	3,40±0,32
	слизистая	0,79±0,14	0,88±0,22	1,01±0,2	1,13±0,17	1,18±0,21
	подслизистая	0,44±0,14	0,53±0,17	0,61±0,24	0,67±0,21	0,73±0,26
	мышечная	0,61±0,25	0,72±0,19	0,70±0,20	0,89±0,18	0,94±0,22
	серозная	0,34±0,07	0,47±0,06*	0,54±0,07	0,56±0,09	0,55±0,06
Ободочная кишка	все оболочки стенки	1,14±0,19	1,57±0,28*	1,77±0,26	1,98±0,20	2,14±0,23

Примечание: \* – достоверная разница ( $p \geq 0,05$ ) с предыдущей весовой группой; \*\* – достоверная разница ( $p \leq 0,01$ ) с предыдущей весовой группой.

Процентное соотношение оболочек двенадцатиперстной и тощей кишок в среднем составляет: слизистая – 67,6 и 67,2 %; подслизистая основа – 12,5 и 12,6 %; мышечная – 10,2 и 10,7 %; серозная – 9,7 и 9,5 % соответственно.

Подвздошную кишку визуально можно дифференцировать по менее выраженной слизистой оболочке, а также по ее связи с восходящей ободочной кишкой в правом мезогастррии. Процентное соотношение оболочек подвздошной кишки составляет: слизистая – 34,9 %; подслизистая основа – 20,9 %; мышечная – 27 %; серозная – 17,2 %.

При переходе подвздошной кишки в восходящую ободочную кишку на узком участке визуализируется утолщение мышечной оболочки, представленное сфинктером подвздошной кишки. Каудальнее сфинктера визуализируется отверстие подвздошной кишки, открывающееся в ободочную кишку. Слепая кишка у собак является дивертикулом восходящей ободочной кишки. Из-за наличия газа визуализация ее у собак при УЗИ ограничена.

Восходящая ободочная кишка начинается от подвздошнослепоободочного отверстия, локализуется медиальнее нисходящей части двенадцатиперстной кишки и вентральнее правой почки, дорсально соприкасается с правой долей поджелудочной железы, затем влево дугой переходит в поперечную ободочную кишку, краниально которой расположен желудок, а кранио-дорсально – левая доля поджелудочной железы. От левой лагеральной брюшной стенки, у дорсальной части левой реберной дуги, ободочная кишка переходит в нисходящую часть, контактирующую с лагеральной поверхностью левой почки, и затем направляется медиальнее в тазовую полость, где переходит в короткую прямую кишку.

Для визуализации доступна только та часть стенки ободочной кишки, которая располагается ближе к датчику, поскольку плотные массы в кишке отражают ультразвуковые волны, формируя артефакт акустической тени, не представляющий возможности визуализировать противоположную стенку.

Стенка ободочной кишки также имеет слоистость, которую визуально можно дифференцировать, однако из-за незначительной толщины стенки измерение каждой оболочки при УЗИ в стандартных режимах сканирования затруднительно.

В тазовой полости ободочная кишка переходит в прямую кишку. Визуализация ее при транскутанном УЗ-сканировании затруднена из-за лонных костей таза.

Анальный канал начинается на уровне 3–4-го хвостового позвонка и является доступным для транскутанного исследования. Визуализируется внутренний и наружный анальный сфинктер, а также расположенные билатерально от анального отверстия параанальные синусы. Размер и форма синусов варьируют в зависимости от степени наполнения секретом.

#### **2.2.1.4. Параметры эхогенности желудка и кишечника собак**

При определении однородности каждой отдельной оболочки стенки желудка и тонкого отдела кишечника нами установлено, что оболочки их

стенки у здоровых собак, за исключением слизистой оболочки подвздошной кишки, эхооднородны, поскольку расчетный критерий однородности (КЭО) имел положительное значение, то есть был выше 0, а критерий изоэхогенности (КИЗ) не превышал значение 0. Слизистая и мышечная оболочки являются гипоехогенными, поскольку относительно подслизистого слоя расчетные критерии соответствуют положению  $0 \leq KЭО$ ,  $0 < KИЗ$ ,  $\Delta Cр_{ярк} < 0$ . Эхогенность слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишок практически одинакова. Показатель эхогенности слизистой оболочки желудка ( $Cр_{ярк}$ ) на 29,2 % выше эхогенности слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишок, а эхогенность слизистой оболочки подвздошной кишки выше эхогенности слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишок в 2 раза. Подслизистая основа и серозная оболочка являются гиперэхогенными, поскольку относительно слизистой оболочки расчетные критерии соответствуют положению  $0 \leq KЭО$ ,  $0 < KИЗ$ ,  $0 < \Delta Cр_{ярк}$ . Эхогенность подслизистой основы желудка, двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок имеет схожие значения, не имеющие достоверных различий. Однако количественный показатель эхогенности подслизистой основы желудка ( $Cр_{ярк}$ ) в среднем на 6,5 % ниже эхогенности подслизистой основы двенадцатиперстной и тощей кишок и на 13,2 % ниже эхогенности этой оболочки в подвздошной кишке.

Эхогенность мышечной оболочки практически одинакова в различных отделах тонкого кишечника собак, однако ее значение ниже в стенке желудка на 21,5 %.

В связи с тем что количественные показатели эхогенности оболочек стенки в абсолютных значениях яркости пикселей желудка и тонкого отдела кишечника собак имеют достоверные отличия, мы определяли соотношение полученного результата  $Cр_{ярк}$  для каждой отдельной оболочки в процентах к максимально возможному отражению эхосигнала в желудке и разных отделах тонкого кишечника.

Доля эхогенности оболочек стенки желудка в виде отношения полученного результата  $Cр_{ярк}$  для каждой отдельной оболочки в процентах к максимально отражению эхосигнала, выраженного в максимальном значении яркости пикселей 8-битного изображения, равного 256, составила в среднем  $22,10 \pm 6,10$ ,  $52,70 \pm 7,32$  и  $26,60 \pm 7,38$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно.

Доля эхогенности оболочек стенки двенадцатиперстной кишки составила в среднем  $15,81 \pm 2,34$ ,  $56,44 \pm 4,30$  и  $33,76 \pm 6,50$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно. Доля эхогенности оболочек стенки тощей кишки составила в среднем  $15,45 \pm 2,94$ ,  $55,82 \pm 6,15$  и  $34,94 \pm 5,74$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно. Для оболочек стенки подвздошной кишки этот показатель составил  $32,52 \pm 5,30$ ,  $59,64 \pm 6,54$  и  $32,88 \pm 4,90$  для слизистой, подслизистой основы и мышечной оболочки соответственно.

Соотношение количественных значений отраженного эхосигнала отдельной оболочкой желудка и кишечника собак позволяет использовать индекс эхогенности стенки для каждого отдельного сегмента пищевари-

тельного канала у животных. Так, индекс экзогенности стенки желудка составляет в среднем значении 22,10 / 52,70 / 26,60 (слизистая, подслизистая основа, мышечная), стенки двенадцатиперстной кишки – 15,81 / 56,44 / 33,76, стенки тощей кишки – 15,45 / 55,82 / 34,94, индекс экзогенности стенки подвздошной кишки составляет 32,52 / 59,64 / 32,88 (слизистая, подслизистая основа, мышечная).

### **2.2.2. ЭХОГЕННОСТЬ ТОНКОГО ОТДЕЛА КИШЕЧНИКА СОБАК И КОШЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ**

Полость кишечника до кормления при продольном сканировании представлена гиперэхогенной полосой, границы которой определяются контурами слизистой оболочки. В полости может присутствовать небольшое количество газа, при этом полость увеличивается, а акустический артефакт реверберации накладывается на стенку кишечника, дальнюю по отношению к ультразвуковому датчику, затрудняя визуализацию этого участка.

При определении экзогенности слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишок у собак и кошек до кормления с предварительной 10–12-часовой голодной диетой нами установлено, что количественные показатели экзогенности у данных отделов практически одинаковы, однако эти параметры значительно ниже у собак. Так, среднее значение яркости пикселей ( $Cp_{\text{ярк}}$ ) слизистой двенадцатиперстной кишки собак составило  $41,26 \pm 6,12$ , а степень разброса значений яркостей пикселей –  $10,32 \pm 3,14$ . Для слизистой тощей кишки эти показатели составили  $40,37 \pm 5,67$  и  $9,83 \pm 3,53$  соответственно.

Среднее значение яркости пикселей слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки кошек равно  $71,92 \pm 7,30$ , а степень разброса значений яркостей пикселей составляет  $11,56 \pm 3,42$ . Для слизистой оболочки тощей кишки эти показатели составляют  $69,46 \pm 7,44$  и  $12,01 \pm 2,73$  соответственно. Слизистая оболочка двенадцатиперстной и тощей кишок у собак и кошек до кормления эхооднородна, поскольку расчетный критерий однородности (КЭО) имеет положительное значение, то есть является выше 0, а критерий изоэхогенности (КИЗ) не превышает значение 0.

Ультразвуковая картина тонкого отдела кишечника у собак и кошек изменяется после кормления. Увеличивается размер полости за счет жидкого неоднородного содержимого, наблюдается маятникообразное движение содержимого. Наиболее выражены эти проявления через 40, 60 и 90 минут после кормления.

У 64,7 % собак регистрировали наличие в слизистой единичных и множественных гиперэхогенных вкраплений, не превышающих 0,15 см, и продольной параллельной гиперэхогенной линии слизистой. КЭО слизистой у таких животных имел значение ниже 0, поэтому ее экзогенность характеризовали как неоднородную. Вкрапления в слизистой регистрировали: с 40 минут после кормления в двенадцатиперстной кишке – у 6 собак, в тощей – у 2; через 60 минут после кормления у 10 собак, как в двенадцатиперстной, так и в тощей кишке; через 90 минут после кормления в двенадцатиперстной кишке у 8 собак, в тощей – у 9.

В последующих наблюдениях количество собак с вкраплениями в слизистой стало уменьшаться и составило 6 и 8 к 120 минуте, 1 и 3 – к 180 минуте в двенадцатиперстной и тощей кишках соответственно. Продольную параллельную гиперэхогенную линию слизистой оболочки, толщина которой не превышала 0,1 см, регистрировали у 23,5 % собак во временных интервалах с 60 по 120 минуту после кормления. У кошек неоднородность слизистой оболочки проявлялась только в виде наличия единичных гиперэхогенных вкраплений. Подобную картину мы регистрировали только у 21,4 % животных с 40 по 90 минуту после кормления.

Поскольку у большинства собак слизистая была неоднородна и определять ее эхогенность в участках с наличием крапинок и полос было целесообразно, мы оценивали эхогенность в гомоэхогенных участках с минимальным разбросом значений яркостей пикселей. Количественные показатели эхогенности слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишок в обеих группах животных после кормления колебались в разные временные интервалы в пределах 9 % от средних значений, полученных до кормления, что не являлось статистически достоверным.

### **2.2.3. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОНКОГО ОТДЕЛА КИШЕЧНИКА КОШЕК ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ЭНТЕРИТЕ**

#### **2.2.3.1. Ультрасонографическая характеристика тонкого отдела кишечника кошек при хроническом энтерите**

У некоторых разновозрастных и разнопородных кошек обоих полов, поступивших в клинику с повторяющимися гастроэнтерологическими симптомами в течение нескольких месяцев и лет, такими как периодическая тонкокишечная диарея, рвота, потеря веса, ультрасонографически регистрировали изменения стенки пищеварительного канала. В выборку вошли 11 животных, у которых был гистологически диагностирован хронический энтерит.

При ультразвуковой визуализации регистрировали диффузное утолщение стенки тощей и подвздошной кишок. При этом средняя толщина стенки тощей кишки составляла  $3,84 \pm 0,47$  мм, подвздошной кишки –  $3,95 \pm 0,26$  мм. Утолщение стенки регистрировали за счет мышечной оболочки, которая в тощей кишке составляла в среднем  $1,32 \pm 0,28$ , в подвздошной кишке – в среднем  $1,53 \pm 0,33$ .

У двух кошек отмечали признаки реактивных изменений лимфатических узлов подвздошно-ободочно-кишечной области в виде снижения эхогенности лимфоузлов, без увеличения их размера, и повышения эхогенности периферической жировой ткани.

Абсолютные значения эхогенности в виде значений яркости пикселей оболочек ( $Cp_{\text{ярк}}$ ) составили в среднем для слизистой оболочки тощей кишки 63,44, для подслизистой основы – 127,83, для мышечной оболочки – 72,16. Доля эхогенности оболочек стенки тощей кишки в виде отношения полученного результата  $Cp_{\text{ярк}}$  для каждой отдельной оболочки составила в среднем для слизистой оболочки 24,39, для подслизистой основы – 49,93, для мышечной оболочки – 28,19.

Индекс экзогенности стенки тощей кишки у кошек с хроническим энтеритом составил в среднем значении 24,39 / 49,93 / 28,19 (слизистая, подслизистая основа и мышечная оболочки соответственно).

### **2.2.3.2. Гистологическая характеристика тонкого отдела кишечника кошек при хроническом энтерите**

При гистологическом исследовании образцов тонкого кишечника регистрировали скопление слизи со слущенными клетками эпителия на поверхности слизистой оболочки кишечника. Клетки эпителия в ворсинках частично в состоянии вакуольной дистрофии, частично десквамированы. Крипты тонкого отдела кишечника расширены. Эпителий большинства крипт слущен, в отдельных криптах клетки эпителия в состоянии вакуольной дистрофии.

В подслизистой основе над мышечной пластиной регистрировали диффузные клеточные инфильтраты. Клеточный состав представлен преимущественно лимфоцитами. В подслизистой основе под мышечной пластиной обнаруживались гиперплазированные лимфоидные узелки со значительно расширенным реактивным центром, со сниженным количеством лимфоцитов.

Над лимфоидными узелками отмечали атрофию крипт и ворсин слизистой оболочки тонкого отдела кишечника.

В мышечной оболочке между мышечными волокнами, особенно вокруг артериальных кровеносных сосудов, регистрировали скопления клеточных инфильтратов, состоящих в основном из макрофагов, фибробластов и лимфоцитов.

Патомикроморфологические изменения тонкого кишечника по критериям WSAVA соответствовали выраженному лимфоцитарному энтериту у 9 животных и умеренно выраженному лимфоцитарному энтериту – у 2 животных. При этом отмечали повреждение поверхности эпителия ворсин: слабо выраженное (6 из 11) и умеренное (3 из 11); слабо выраженное расширение крипт (3 из 11), умеренное (4 из 11), выраженное (3 из 11); слабо выраженный фиброз крипт (3 из 11); скопления интраэпителиальных лимфоцитов слабо выраженное (2 из 11), умеренно выраженное (4 из 11); а также с наличием лимфоцитов в собственной пластинке слизистой оболочки от умеренного (2 из 11) до выраженного (9 из 11).

### **2.2.4. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛЕПОЙ КИШКИ КОШЕК ПРИ ТИФЛИТЕ**

#### **2.2.4.1. Ультрасонографическая характеристика слепой кишки кошек при тифлите**

При УЗИ слепой кишки у кошек с рецидивирующей толстокишечной диареей и гематохезией у 6 из 14 животных регистрировали отсутствие дифференцировки оболочек стенки верхушки слепой кишки, у 8 отмечали слабо выраженную дифференцировку оболочек, отсутствие выраженной неоднородности комбинированных слизистой оболочки и подслизистой основы стенки верхушки слепой кишки. Комбинированные слизистая оболочка и подслизистая основа были более гипоехогенными, их толщина составляла  $2,13 \pm 0,27$  мм.

У 4 животных слепая кишка имела жидкое гетерогенное содержимое, у 4 была с небольшим количеством газа, у 6 – с плотным содержимым. Толщина стенки тела и верхушки слепой кишки составила  $1,53 \pm 0,28$  мм и  $2,88 \pm 0,37$  мм соответственно.

#### **2.2.4.2. Гистологическая характеристика слепой кишки кошек при тифлите**

Макрокартина подвздошно-слепо-ободочной области у кошек с тифлитом характеризуется увеличением подвздошно-слепо-ободочных лимфатических узлов и более темной окружающей жировой тканью. Данные изменения мы наблюдали у 4 из 10 кошек.

Гистологически тифлит регистрировали у всех 14 животных – от слабо (8 из 14) до умеренно выраженного (6 из 14) воспаления. У 11 кошек был лимфоцитарный тифлит. У 3 кошек наряду с лимфоцитарной инфильтрацией регистрировали наличие нейтрофилов в собственной пластинке слизистой оболочки. Отмечали повреждение поверхности эпителия: слабо выраженное (3 из 14) и умеренное (5 из 14); слабо выраженную гиперплазию крипт (2 из 14); скопления лимфоцитов между крипт: без нарушения их архитектуры (8 из 14), с нарушением (2 из 14); с наличием нейтрофилов в собственной пластинке слизистой оболочки в количестве 5–10 в поле зрения (2 из 14), 20–30 в поле зрения (1 из 14).

Кроме критериев WSAVA, при гистологическом исследовании мы регистрировали клеточную инфильтрацию мышечной оболочки, а также нарушение структуры сосудов, демонстрирующие десквамацию эндотелия и гомогенизацию стенки артериол. Инфильтраты представлены преимущественно лимфоцитами. Данные изменения, характерные для васкулита, мы регистрировали только у кошек с умеренно выраженным воспалением по стандартам WSAVA (6 из 14).

### **2.2.5. УЛЬТРАЗВУКОВОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИШЕЧНИКА КОШЕК ПРИ АЛИМЕНТАРНОЙ ЛИМФОМЕ**

#### **2.2.5.1. Ультрасонографическая характеристика кишечника кошек при алиментарной лимфоме**

У некоторых кошек, поступивших в клинику с гастроэнтерологическими симптомами, такими как периодическая или острая рвота, диарея, потеря веса, пальпаторно регистрировали наличие плотных образований в брюшной полости или утолщение петель кишечника, ультрасонографически определяли выраженные изменения стенки желудка и кишечника. В выборку вошли 32 животных, у которых цитологически или гистологически была диагностирована алиментарная лимфома.

Наиболее часто у кошек поражается тонкий отдел кишечника, преимущественно подвздошная кишка, что составило 34,4 % от общего количества обнаруженных изменений.

При ультразвуковой визуализации регистрировали утолщение стенки кишечника: диффузное (у 37,5 % кошек) или локальное (у 62,5 %).

Локальное утолщение кишечника было эксцентрическим (26 %) или симметричным (74 %), при этом контур стенки был четким, неровным, а слоистость в ряде случаев не имела четкой дифференциации.

Диффузное утолщение стенки во всех случаях было симметричным, при этом толщина стенки составляла от 4,70 до 6,30 мм ( $5,52 \pm 0,59$  мм) для тощей и подвздошной кишок. При локальном утолщении толщина стенки составляла от 7,40 до 24,00 мм ( $14,20 \pm 6,10$  мм). Утолщение стенки во всех наблюдаемых случаях было за счет мышечной оболочки. При диффузном утолщении стенки толщина мышечной оболочки составила 1,60–3,10 мм ( $2,35 \pm 0,61$  мм), а при локальном – 4,80–21,30 мм ( $12,42 \pm 6,70$  мм). Во всех случаях мы регистрировали увеличение размеров регионарных лимфатических узлов в 1,3–4,5 раза в сравнении с размерами лимфатических узлов клинически здоровых кошек, при этом отмечали снижение эхогенности лимфатических узлов и увеличение их перфузии при цветной доплерографии. Наибольшие линейные размеры лимфатических узлов регистрировали при узловых поражениях кишечника.

Мы провели оценку эхооднородности и степени эхогенности обнаруженных при УЗИ изменений стенки кишечника, чтобы выделить в отдельную группу гетероэхогенные образования или разделить гомоэхогенные образования по степени эхогенности на гипо-, изо- или гиперэхогенные. На цифровых сканах, используя яркостную гистограмму, сравнивали разброс пикселей изображения по серой шкале в разных зонах пораженной стенки. Во всех 32 случаях изменения стенки кишечника, обусловленные лимфомой, были гомоэхогенными. Мы не выявили гетероэхогенных участков в пораженных структурах, при которых разброс значений пикселей в исследуемых зонах больше, чем в сравниваемых.

Во всех случаях с диффузным утолщением стенки кишечника и в 75 % случаев с локальными изменениями стенки структуры были изоэхогенными. В остальных случаях с локальным утолщением стенки кишечника регистрировали гиперэхогенные очаги, центрально ориентированные в толще мышечной оболочки. Такие очаги занимали от 20 до 45 % площади всего поражения.

Доля эхогенности оболочек стенки тощей и подвздошной кишок в виде отношения полученного результата  $S_{p_{\text{ярк}}}$  для каждой отдельной оболочки в процентах к максимальному отражению эхосигнала, выраженного в максимальном значении яркости пикселей 8-битного изображения, равного 256, составила в среднем для слизистой оболочки тощей и подвздошной кишок 28,34 и 40,72, для подслизистой основы этих кишок – 51,45 и 57,12, для мышечной оболочки – 21,08 и 19,82 соответственно.

Индекс эхогенности стенки тощей кишки у кошек с алиментарной лимфомой составил в среднем значении 28,34 / 51,45 / 21,08, для подвздошной кишки – 40,72 / 57,12 / 19,82 (слизистая, подслизистая основа и мышечная оболочки соответственно).

#### **2.2.5.2. Гистологическая и цитологическая характеристика кишечника кошек при алиментарной лимфоме**

Макрокартина при узловых поражениях кишечника сопровождается локальным утолщением стенки, изменением цвета серозной оболочки,

узловыми образованиями брыжейки и увеличением размера лимфатических узлов.

При гистологическом исследовании образцов стенки кишечника кошек с очаговыми поражениями мы регистрировали частичное разрежение мышечной пластинки под эпителием, посредством инфильтрации ее круглоклеточными элементами, инфильтрацию мышечной оболочки лимфоидными клетками, деструкцию подслизистой основы и мышечной оболочки вследствие разрастания многочисленных лимфоидных фолликулов неправильной формы с разреженными герминативными центрами.

Между фолликулами соединительная и гладкомышечная ткань подвергаются склерозу. Отмечается инфильтрация лимфобластов в эпителий ворсинок слизистой оболочки кишки. В клеточном инфильтрационном пуле регистрируются процессы пролиферации (ядра клеток в профазе митоза).

При поражении кишечника с диффузным утолщением стенок мы регистрировали диффузную инфильтрацию мышечной оболочки лимфоидными клетками, которым был присущ анизоцитоз, увеличение ядер измененной формы. Ядра гиперхромные с 4–5 ядрышками.

У 23 кошек проводили тонкоигольную аспирационную биопсию очаговых образований тонкого отдела кишечника и увеличенных регионарных лимфатических узлов. При этом регистрировали клеточный пул лимфоидного ряда с признаками атипизма в виде анизоцитоза, со слабо базофильной цитоплазмой, полиморфными, гиперхромными ядрышками, с неровным нечетким контуром. Клетки с нарушением формирования цитоплазматической зоны, анизокариозом, сдвигом ядерно-цитоплазматического отношения 3:1, контуры ядер стертые с несформированной оболочкой, наличие в ядрах от 1 до 4 полиморфных ядрышек. Каплевидные клетки с нарушением формирования цитоплазматической зоны (неравномерное распределение цитоплазмы) и ядрышками неправильной формы. Клетки с интенсивно базофильным ядром. Выраженный хроматин в ядрах в виде зернистой сети. Цитоплазма клеток зернистая. Размеры клеток варьируют по отношению друг к другу, форма клеток от овально-треугольной до округлой.

Нами отмечено, что при диффузном поражении стенки тонкого отдела кишечника преимущественно преобладали высокодифференцированные лимфоидные клетки, а при узловом – средне- и низкодифференцированные.

## **2.2.6. УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКАЯ И ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛУДКА И КИШЕЧНИКА СОБАК ПРИ ПАРВОВИРУСНОМ ЭНТЕРИТЕ И КОШЕК ПРИ ВИРУСНОЙ ПАНЛЕЙКОПИИ**

### **2.2.6.1. Ультрасонографическая характеристика желудка и тонкого отдела кишечника собак при парвовирусном энтерите**

При исследовании желудка собак, больных парвовирусным энтеритом, мы наблюдали отсутствие перистальтических сокращений в 84,9 % случаев. Слабые сокращения наблюдали преимущественно у животных,

обследованных в первые-вторые сутки с момента появления клинических симптомов заболевания. У 73,6 % собак в полости желудка регистрировали незначительное или умеренное количество анэхогенного жидкостного содержимого.

На фоне жидкостного содержимого желудка отчетливо контрастируется поверхностный слой слизистой оболочки в виде гиперэхогенной полосы толщиной до 0,5 мм, которая слабо различима у здоровых животных (рисунок 2, левая часть). Толщина стенки желудка существенно не изменяется, однако повышается эхогенность слизистой оболочки.

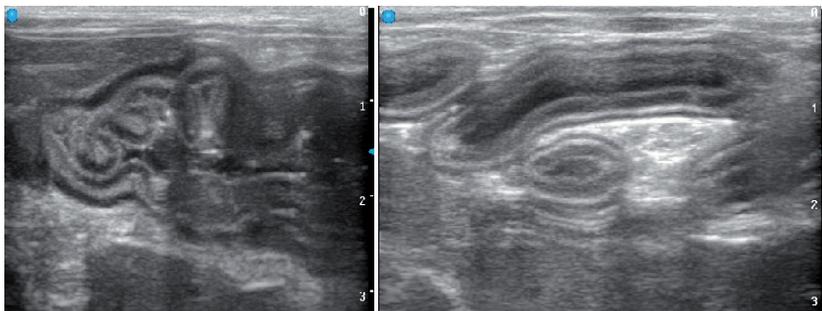


Рисунок 2 – Слева: сонограмма фундального отдела желудка собаки с парвовирусным энтеритом, поперечный скан в области мечевидного хряща. Самец породы лабрадор, 3 мес.; справа: сонограмма фрагментов тощей кишки собаки при парвовирусном энтерите. Беспородная самка, 4,5 мес.

Сонографическая картина тонкого отдела кишечника собак при парвовирусном энтерите отличается в зависимости от времени обследования с момента появления клинических симптомов. Так, у 69,8 % животных, обследованных в первые-вторые сутки с момента появления клинических признаков, регистрируются слабые сокращения, в то время как у 88,7 % животных, обследованных на третьи-четвертые сутки, отмечается отсутствие моторики двенадцатиперстной и тощей кишок. У 96,2 % собак регистрировали расширение полости тонкого отдела кишечника и наличие в ней незначительного или умеренного количества анэхогенного жидкостного содержимого.

Регистрировали утолщение так называемого пятого эхографического слоя, соответствующего наружной части просвета кишечника и границе просвета со слизистой оболочкой, до 1,00 мм (рисунок 2, правая часть). Толщина слизистой оболочки тонкого отдела кишечника была значительно меньше по сравнению со здоровыми животными у всех обследованных собак. Так, слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки была меньше в среднем на 51,4 %, а слизистая оболочка тощей кишки – на 61 %. У всех собак регистрировали повышение эхогенности слизистой оболочки тонкого отдела кишечника. У большинства животных поверх-

ность слизистой оболочки тонкого отдела кишечника была ровной, но у 20,8 % собак поверхность слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки была шероховатой, а подобные изменения слизистой оболочки тощей кишки регистрировали у 43,4 % собак.

Анализ экзогенности стенки тонкого отдела кишечника проводили на ультрасонографических изображениях, полученных от 53 собак с лабораторно подтвержденным диагнозом парвовирусный энтерит постановкой полимеразной цепной реакции (ПЦР) с обнаружением ДНК вируса в соскобах эпителия кишечника.

Каждая оболочка стенки тощей кишки (слизистая, подслизистая основа и мышечная оболочка) у обследованных собак была гомоэхогенной. Показатель «среднее значение», или  $Sr_{ярк}$  представляет собой средневзвешенный уровень яркости пикселей изображения. Данный показатель зависит от настроек сканера, поэтому важно получить данную информацию при калибровочной настройке УЗ-сканера по шкале регулятора усиления прибора (Gain) с максимально возможным значением.

Характеризуя экзогенность каждой оболочки тощей кишки у собак с парвовирусным энтеритом в процентах к максимальному отражению эхосигнала, выраженную в максимальном значении яркости пикселей 8-битного изображения, равную 256, мы получили следующие средние результаты: 39,37 (слизистая), 61,57 (подслизистая основа), 45,56 (мышечная).

Индекс экзогенности стенки тощей кишки у собак с парвовирусным энтеритом составил в среднем значении 39,37 (35–46) / 61,57 (58–72) / 45,56 (38–50) (слизистая, подслизистая основа и мышечная оболочки соответственно).

### **2.2.6.2. Гистологическая характеристика желудка и тонкого отдела кишечника собак при парвовирусном энтерите**

При исследовании гистологических срезов стенки желудка нами отмечено, что клетки эпителия в большинстве полей зрения были полностью слущены. В отдельных участках обнаруживались фрагменты сохраненного слизистого эпителия. В собственной пластинке слизистой оболочки между железами обнаруживались обширные скопления клеточных инфильтратов. Клеточный состав инфильтратов представлен лимфоцитами, макрофагами, единичными гистиоцитами и фибробластами. В местах наибольшего скопления клеточных инфильтратов железки были полностью атрофированы. В подслизистой основе желудка запустевшие артериальные сосуды. Слизистая оболочка тонкого отдела кишечника истончена за счет частичного некроза и десквамации ворсинок. Эпителий ворсинок полностью десквамирован. Слущенные клетки эпителия находятся на поверхности кишечника вместе со слизью (рисунк 3).

Оставшиеся ворсинки утолщены за счет пролиферации клеточно-го инфильтрата, состоящего преимущественно из большого количества лимфоцитов и макрофагов, а также небольшого количества гистиоцитов,

фибробластов и единичных нейтрофилов. Крипты, расположенные в собственной пластинке слизистой оболочки, частично подвергнуты атрофии за счет сдавливания их клеточными инфильтратами. Эпителий крипт неравномерный, частично десквамирован.

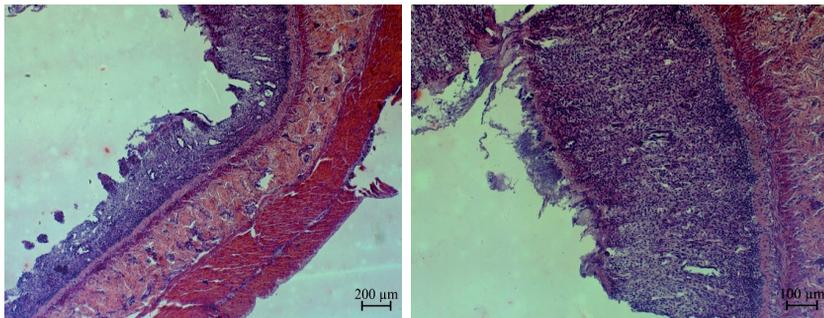


Рисунок 3 – Слева: истончение слизистой оболочки тощей кишки. Беспородный самец, 5 мес. Окраска гематоксилином и эозином  $\times 40$ ; справа: скопление слизи и слущенных клеток на поверхности эпителия и клеточные инфильтраты в собственной пластинке слизистой оболочки тонкого отдела кишечника. Беспородная самка, 6 мес. Окраска гематоксилином и эозином  $\times 100$

Ближе к подслизистой основе, над мышечной пластиной обширные скопления лимфоцитов, которые сдавливают крипты. В этих местах крипты полностью атрофированы. В подслизистой основе тонкого отдела кишечника артериальные сосуды запустевшие, с утолщением стенки за счет набухания и разволокнения соединительнотканых структур. Вокруг артерий обнаруживается скопление инфильтратов из лимфоцитов и макрофагов.

### **2.2.6.3. Ультрасонографическая характеристика желудка и тонкого отдела кишечника кошек при вирусной панлейкопении**

При исследовании желудка кошек, больных панлейкопенией, мы наблюдали отсутствие перистальтических сокращений в 78,3 % случаев. Слабые сокращения наблюдали преимущественно у животных, обследованных в первые-вторые сутки с момента появления клинических симптомов заболевания (17 из 49). У 71,9 % кошек в полости желудка регистрировали незначительное или умеренное количество анэхогенного жидкостного содержимого.

Толщина стенки желудка существенно не изменяется, слоистость стенки сохраняется.

Ультрасонографическая картина тонкого отдела кишечника кошек при панлейкопении отличается в зависимости от времени обследования с момента появления клинических симптомов. Так, у 58,2 % животных, обследованных в первые-вторые сутки с момента появления клинических

признаков, регистрируются слабые сокращения, в то время как у 83,5 % животных, обследованных на третьи-четвертые сутки (32/49), отмечается отсутствие моторики двенадцатиперстной и тощей кишок. У 89,7 % кошек регистрировали расширение полости тонкого отдела кишечника и наличие в ней незначительного или умеренного количества анаэробного жидкого содержимого. Регистрировали утолщение так называемого пятого эхографического слоя, соответствующего наружной части просвета кишечника и границе просвета со слизистой оболочкой. Средние показатели его толщины составили 0,60 мм (0,46–0,74 мм).

Толщина слизистой оболочки тонкого отдела кишечника была значительно уменьшена по сравнению со здоровыми животными у всех обследованных кошек, так, слизистая оболочка двенадцатиперстной и тощей кишок была меньше в среднем на 43,6 и 41,8 % соответственно. У 86 % животных поверхность слизистой оболочки тонкого отдела кишечника была неровной, со слабо выраженной шероховатостью.

Ретроспективный анализ экзогенности ультразвукографических изображений стенки тонкого отдела кишечника у кошек с лабораторно подтвержденным диагнозом панлейкопении постановкой полимеразной цепной реакции (ПЦР) с обнаружением ДНК вируса в соскобах эпителия кишечника показал, что каждая оболочка стенки тощей кишки (слизистая, подслизистая основа и мышечная) у обследованных кошек была гомоэзогенной.

Характеризуя экзогенность каждой оболочки тощей кишки у кошек с панлейкопенией в процентах к максимальному отражению эхосигнала, выраженную в максимальном значении яркости пикселей 8-битного изображения, равную 256, мы получили следующие средние результаты: 34,93 (слизистая), 59,12 (подслизистая основа), 43,84 (мышечная).

#### **2.2.6.4. Гистологическая характеристика тонкого отдела кишечника кошек при вирусной панлейкопении**

При исследовании гистологических срезов стенки тонкого отдела кишечника у 14 погибших от панлейкопении кошек нами отмечено, что на поверхности кишечника регистрируется скопление слизи со слущенными эпителиальными клетками. Клетки эпителия в ворсинках имели разную степень повреждения – от вакуольной дистрофии с очажками сепарации до обширных десквамированных очагов.

Венулы и капилляры в ворсинках кровенаполнены, расширены, вокруг них отмечаются клеточные инфильтраты, состоящие преимущественно из лимфоцитов, макрофагов и гистиоцитов.

В криптах ворсинок регистрируется скопление белковой массы, эпителий крипт частично вакуолизирован и местами десквамирован. В подслизистой основе тощей кишки артериальные кровеносные сосуды умеренно кровенаполнены, их стенка утолщена за счет разволокнения и гомогенизации соединительнотканых волокон.

В собственной пластинке слизистой оболочки тонкого кишечника регистрируются скопления клеточных инфильтратов, состоящих преимущественно из лимфоцитов.

В подслизистой основе над мышечной пластиной отмечаются клеточные инфильтраты, состоящие преимущественно из лимфоцитов и макрофагов. Инфильтраты клеток в подслизистом слое располагаются неравномерно, в основном сконцентрированы у кровеносных сосудов, расположенных ближе к мышечной пластинке.

### **2.2.7. УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ТОКСОКАРОЗЕ У СОБАК И КОШЕК**

Аналізу подверглись ретроспективные данные ультразвукового исследования разнопородных и разновозрастных собак и кошек, поступивших в ветеринарный центр им. Пирогова г. Ставрополя. УЗ-обследование проводилось по разным показаниям, обследуемые животные имели клинические признаки острого живота, поражения гепатобилиарной, мочеполовой, пищеварительной систем. Всего было обследовано 136 собак и 247 кошек. У некоторых животных в просвете кишечника визуализировали тонкостенные линейные структуры в виде двух параллельных, слегка гиперэхогенных линий, с гипозоногенным пространством между ними, приближающимся по эхогенности к содержимому кишечника.

Регистрировали подвижность обнаруживаемых структур, которая изначально принималась нами за движения, опосредованные перистальтикой кишечника, однако мы наблюдали самостоятельное движение данных структур в паузах между сокращениями петель кишечника. При этом не отмечалось признаков кишечной непроходимости. Подобные наблюдения мы регистрировали у 46 кошек и 21 собаки, что составило 18,6 % и 15,4 % из числа обследованных животных соответственно.

В ряде случаев данные «находки» носили случайный характер и животные с подобными включениями (кошки  $n=12$ , собаки  $n=5$ ) не демонстрировали клинических признаков заболеваний пищеварительной системы.

Нами было сделано предположение, что визуализируемые структуры являются живыми объектами, гельминтами, паразитирующими в проксимальных отделах тонкого кишечника. Для подтверждения предположения у некоторых животных с подобными «находками» при ультразвуковой визуализации мы проводили гельминтологические исследования по методу Фюллеборна с последующей гельминтооувоскопией (кошки  $n=7$ , собаки  $n=5$ ), у двух животных из этого числа проводили посмертную диагностику (одна кошка и собака). В результате были идентифицированы токсокары.

Ультразвуковая картина токсокар в полости кишечника зависит от направления ультразвукового потока датчика относительно продольной оси гельминта. Так, при прохождении потока через центр продольной оси токсокары видны контуры тела в виде двух параллельных линий, диаметр которого колеблется в пределах 1,80–3,30 мм, что, по-видимому, определяется половой принадлежностью гельминта. Также визуализируется тонкая, менее миллиметра, слегка гиперэхогенная полоска в центре гельминта, являющаяся его кишечной полостью. Она равноудалена от стенок, меньше по толщине, слегка волнистая и отличается более низкой эхогенностью.

Если ультразвуковой поток смещается от центра продольной оси токсокары к одному из краев (латерально), гельминт визуализируется в виде двух параллельных ровных линий с четким контуром, однако толщина линий и их эхогенность увеличиваются, а внутренний диаметр уменьшается. При этом отсутствует визуализация кишечной полости гельминта.

Токсокары могут имитировать нормальную границу полости кишечника со слизистой, если полость кишечника не заполнена химусом.

В подавляющем большинстве клинических наблюдений мы регистрировали токсокар, расположенных поодиночке, друг за другом в полости тощей кишки, однако в некоторых случаях у собак мы наблюдали одновременное, в параллели, расположение от 2 до 4 гельминтов в визуализируемом фрагменте тощей кишки, что, по-видимому, связано с интенсивностью инвазии.

Мы обнаруживали токсокар у собак преимущественно в возрасте от 2 до 6 месяцев, а у кошек – от 3 месяцев до 3 лет.

## **2.2.8. АРТЕФАКТЫ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ ЖЕЛУДКА И КИШЕЧНИКА У СОБАК И КОШЕК И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

### **2.2.8.1. Артефакты в режиме двухмерной серошкальной визуализации (В-режим)**

В наших исследованиях мы не учитывали артефакты, связанные с аппаратными настройками и внешними воздействиями, такими как наводка от электрооборудования, недостаточное удаленный волосяной покров, недостаточная или чрезмерная установка мощности ультразвука и прочие. Устранение подобных артефактов – первостепенная задача даже для начинающего врача УЗ-диагностики, которая должна решаться до проведения обследования. Мы характеризуем артефакты, вызванные воздействием звука с тканями пациента.

При сканировании желудка и кишечника клинически здоровых животных в В-режиме визуализируется несколько артефактов. Так, при наличии в полости желудка и кишечника плотных алиментарных масс или скоплении большого количества газа дистальнее возникает артефакт акустической тени. Характер тени зависит от степени выраженности отражающей или поглощающей способности содержимого полости.

При высокой степени отражения ультразвука возникает «чистая» акустическая тень в виде черной полосы за объектом на мониторе сканера. Такой артефакт встречается при исследовании ободочной кишки. Артефакт не позволяет визуализировать стенку кишки, расположенную дистально от датчика. Тень от масс в желудке не имеет полной чистоты из-за диффузного рассеивания эхосигнала.

При патологии артефакт акустической тени визуализируется от инородных тел в полости желудка и кишечника.

Артефакт акустической тени может возникать при сканировании инородных тел как по плоскости, так и по ребру, например гурту монеты, визуализируемому в виде гиперэхогенной изогнутой линии.

Другим ультразвуковым артефактом при исследовании желудка и кишечника в В-режиме у здоровых животных является артефакт реверберации. Эхографически реверберация проявляется серией ярких параллельных линий, регулярно определяющихся с равными интервалами дистальнее объектов со средами с различным акустическим сопротивлением. Данный артефакт можно визуализировать в желудке, тонком и толстом отделах кишечника.

В ряде случаев артефакт реверберации обнаруживается при наличии инородных тел кишечника, обладающих высокой отражающей способностью.

Артефакт реверберации не дает возможности визуализировать дистальную стенку исследуемого отдела пищеварительного канала.

Еще одним артефактом в режиме серой шкалы, возникающим при сканировании структур пищеварительного канала собак и кошек, является «хвост кометы». Он возникает от пузырьков газа при их поверхностном расположении в газосодержащих структурах, при этом происходят собственные колебания пузырька в результате множественных отражений ультразвука внутри него, обуславливающих короткие реверберации. Данный артефакт визуализируется в виде множественных ярких линий, создающих эхогенный «хвост» дистальнее пузырька. Артефакт в норме можно визуализировать в желудке, тонком и толстом отделах кишечника.

При патологии артефакт «хвост кометы» регистрируется в газосодержащих абсцессах лимфатических узлов пищеварительного канала, при эмфизематозных воспалительных процессах органов пищеварительного канала, пневмоперитонеуме при перфорации стенки желудка и кишечника.

Артефакт дистального псевдоакустического усиления сигнала возникает позади слабопоглощающих ультразвук сред, к которым относятся жидкостные и жидкостьсодержащие объекты, и в норме проявляется за желчным пузырем, жидкостьсодержащими желудком или петлями кишечника. В результате дистальная стенка желудка или кишечника, а также ткани, расположенные глубже, визуализируются более эхогенными. При патологии данный артефакт регистрируется при асците, в результате исследуемые стенки кишечника визуализируются более эхогенными.

Нами зарегистрировано 2 клинических случая наличия силиконовых инородных тел, имитирующих содержание жидкости в кишечнике, с артефактами дистального псевдоакустического усиления.

### **2.2.8.2. Артефакты в режиме доплеровского картирования (ЦДК, ЭДК)**

При исследовании желудка и кишечника в доплеровских режимах также возможна визуализация артефактов. Так, в режиме ЦДК в норме возможна визуализация артефакта движения, обусловленного моторикой желудка и кишечника, а также перемещением их содержимого. При этом регистрируется не связанное с сердечным циклом экстраваскулярное смешанное сине-красное окрашивание движущихся стенок кишечника и его содержимого.

При наличии инородных тел в полости тонкого отдела кишечника в ряде случаев мы регистрировали «мерцающий артефакт» в режиме ЦДК, ЭДК и в режиме В-flow. В режиме ЦДК артефакт характеризуется быстроизменяющейся цветовой гаммой, в виде смешивания красного и синего цветов, на поверхности обнаруженных объектов.

В режиме ЭДК определяется монохромное цветное окрашивание. В режиме В-flow характерной визуализацией артефакта является мерцающая линейная структура белого цвета, напоминающая артефакт «хвост кометы», наблюдаемый в В-режиме. Интенсивность цветового окрашивания варьирует от единичных неустойчивых цветовых сигналов до выраженного устойчивого окрашивания поверхности. Спектральные характеристики остаются неизменными независимо от степени выраженности доплеровского артефакта в режимах ЦДК и ЭДК.

В 6 % случаев при регистрации мерцающего артефакта мы наблюдали его дистальнее объекта.

Однако из наблюдаемых 127 клинических случаев наличия инородных тел в тонком кишечнике у собак и кошек «мерцающий артефакт» регистрировали только при наличии объекта с высокими отражающими свойствами и шероховатой поверхностью (12 клинических случаев, в том числе 9 кошек).

### **2.2.8.3. Исследование мерцающего артефакта в фантомном моделировании**

Мы воспроизвели мерцающий артефакт в модели с объектами, подобными по четырем критериям: твердый с гладкой поверхностью (стеклянная и металлическая сферы); твердый с шероховатой поверхностью (фрагменты твердой горной породы (гранит), фрагменты пеноплекса); мягкий с шероховатой поверхностью (фрагменты поролон); мягкий с гладкой поверхностью (силикон). Объекты помещали в контейнер с водой и сканировали в режимах цветного и энергетического доплеровского картирования.

При воспроизведении данного феномена в модели с использованием различных объектов, помещенных в контейнер с водой, «мерцающий артефакт» в доплеровских режимах сканирования регистрировали только на объектах с высокой отражающей способностью и шероховатой поверхностью. Мерцающий артефакт отсутствовал на гладких поверхностях, независимо от плотности объекта.

## **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенных исследований впервые разработан способ количественного определения эхооднородности и экзогенности стенки желудка и кишечника у собак и кошек. Определен индекс экзогенности стенки желудка, двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок, представляющий соотношение долей экзогенности слизистой, подслизистой основы, мышечной оболочки стенки пищеварительного канала в процентах к максимальному отражению эхосигнала, выраженному в максимальном значении яркости пикселей цифрового 8-битного изображения.

Ультрасонографическими исследованиями установлено, что желудок и кишечник собак и кошек на сонограммах представлен горизонтально ориентированными линейными структурами при продольном сканировании и округлыми структурами с радиальной ориентацией слоев при поперечном сканировании с четкой дифференцировкой оболочек различной экзогенности. Ультразвуковое сканирование позволяет дифференцировать все оболочки стенки желудка и кишечника: слизистую, подслизистую основу, мышечную, серозную. Получены метрические показатели оболочек стенки желудка и кишечника кошек и собак в зависимости от веса. Нами установлена статистически значимая взаимосвязь между массой тела собак и толщиной стенки фундальной части желудка, двенадцатиперстной, тощей, подвздошной и восходящей ободочной кишок. Достоверные различия в толщине стенки практически всех исследуемых органов в сравнении с предыдущей весовой группой установлены между группой  $\leq 5$  кг и группой 6–15 кг, что не отмечалось в других группах. Статистически значимыми были исследуемые показатели в группах, находящихся через одну весовую категорию.

Впервые дана качественная и количественная ультрасонографическая характеристика желудка и кишечника собак и кошек в различные временные интервалы постпрандиального периода. Установлено, что экзогенность слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишок у собак и кошек не изменяется после кормления сбалансированным рационом, однако у большинства собак в слизистой оболочке появляются единичные и множественные мелкие вкрапления и, реже, продольная гиперэхогенная полоса. Только 21,4 % кошек проявляли наличие единичных гиперэхогенных вкраплений в слизистой оболочке двенадцатиперстной либо тощей кишки после кормления. Отсутствие клинических симптомов заболеваний пищеварительного канала и изменений слизистой при УЗИ до кормления, а также тенденция к уменьшению описанных изменений у собак к 180 минуте после кормления дают основание полагать, что данные изменения являются физиологическими.

Впервые представлены данные количественной эходенситометрии и определен индекс экзогенности кишечной стенки при хроническом лимфоцитарном энтерите и алиментарной лимфоме у кошек. Алиментарная форма лимфомы встречается у кошек обоих полов всех возрастов. Медиана по возрасту 6,3 года для самцов и 7 лет для самок. Наиболее часто поражаются беспородные животные, менее часто скоттиш фолды и сямские. Основная локализация поражения – дистальные отделы тонкого кишечника. При УЗИ чаще регистрируется локальное утолщение (62,5 % случаев) и реже – диффузное утолщение стенки кишечника. Ультразвуковыми и гистологическими методами исследования установлено, что данное утолщение стенки происходит за счет мышечной оболочки. У всех животных в выборке визуализируемые поражения гомоэхогенны и обусловлены инфильтрацией мышечной оболочки атипичными лимфоидными элементами и разрастанием лимфоидных фолликулов. При диффузном поражении стенки тонкого отдела кишечника преимущественно преобладают высокодифференцированные лимфоидные клетки, а при

узловым – средне- и низкодифференцированные. У 25 % кошек с локальным поражением присутствуют гиперэхогенные очаги в толще мышечной оболочки из-за наличия соединительной и склеротизированной гладкомышечной ткани.

Диффузное утолщение мышечной оболочки тонкого кишечника у кошек с хроническим лимфоцитарным энтеритом, регистрируемое при ультразвуковом исследовании, обусловлено гипертрофией мышечных клеток и может иметь обратимый характер. Индекс эхогенности стенки тонкого кишечника у кошек с хроническим энтеритом и алиментарной лимфомой достоверно снижается в сравнении с индексом клинически здоровых животных, значительно это снижение затрагивает мышечную оболочку, однако более выраженные изменения эхогенности отмечаются при лимфоме.

Ультразвуковое исследование слепой кишки у собак затруднительно из-за особенностей строения, топографии, препятствий, связанных с наличием гетерогенного содержимого толстого отдела кишечника. Визуализация слепой кишки при УЗИ у кошек не представляет затруднений. В стенке тела слепой кишки дифференцируются 5 эхографических слоев, однако в стенке верхушки слепой кишки нет четкой дифференцировки между слизистой оболочкой и подслизистой основой. Обнаруживаемые при УЗИ слепой кишки у кошек слабо выраженная дифференцировка оболочек стенки слепой кишки или ее полное отсутствие, отсутствие выраженной неоднородности слизистой оболочки и подслизистой основы стенки верхушки слепой кишки, а также утолщение этих структур более 2,00 мм являются признаками тифлита.

Определены диагностические эхографические маркеры, индекс эхогенности кишечной стенки при парвовирусном энтерите у собак и вирусной панлейкопении у кошек. Наиболее характерными ультразвуковыми проявлениями парвовирусного энтерита собак и вирусной панлейкопении кошек являются гипотония и эктазия желудка и петель тонкого отдела кишечника с наличием в их полости анэхогенного жидкостного содержимого, утолщение поверхностного слоя слизистой оболочки в виде гиперэхогенной полосы, уменьшение соотношения слизистой оболочки ко всей толщине стенки двенадцатиперстной и тощей кишок более чем в 2 раза. Данная картина обусловлена частичным некрозом и десквамацией ворсинок, пролиферацией клеточного инфильтрата в собственной пластинке слизистой оболочки, состоящего из лимфоцитов, макрофагов, небольшого количества гистиоцитов и фибробластов. Индекс эхогенности кишечной стенки собак с парвовирусным энтеритом достоверно был выше по сравнению с индексом здоровых собак, наиболее повышена эхогенность слизистой оболочки.

У 18,6 % обследованных кошек и 15,4 % собак при ультразвуковом исследовании в полости тощей кишки регистрировались линейные включения, идентифицированные нами как нематоды *Toxosaga satii* и *Toxosaga canis* при гельминтологическом исследовании. Описана ультразвуковая картина кишечника при токсокарозе у собак и кошек, приведены ультразвуковые параметры идентификации токсокар. Критериями, подтвержда-

дающими диагноз, являются визуализация кишечной полости гельминта при направлении потока, ориентированного через центр его продольной оси, и наличие самостоятельных движений.

В результате проведенных исследований установлено, что акустические артефакты всегда сопровождают УЗИ пищеварительного канала у собак и кошек. У клинически здоровых животных в В-режиме исследования регистрируются артефакты акустической тени, реверберации, «хвост кометы», дистального псевдоакустического усиления сигнала; в режимах доплеровского картирования – артефакт движения. Показано, что при избыточном содержании газа, жидкости или алиментарных масс артефакты создают помехи для исследований, затрудняя визуализацию или иллюзорно изменяя эхографические характеристики стенки в случае с артефактом дистального псевдоакустического усиления. При патологических процессах и состояниях желудка и кишечника, таких как наличие инородных тел, эмфизематозные и септические процессы, сопровождаемые газообразованием, указанные артефакты, регистрируемые в В-режиме сканирования, имеют важное диагностическое значение и выступают в качестве дополнительных ультразвуковых маркеров. Описана имитация жидкостного содержимого с артефактом акустического псевдоусиления при наличии силиконовых инородных тел кишечника. Описан мерцающий артефакт в доплеровских режимах сканирования и показана его диагностическая значимость при наличии инородных тел желудка и кишечника. Методом фантомного моделирования установлено, что мерцающий артефакт возникает на поверхности некоторых объектов с высокой отражающей способностью и шероховатой поверхностью.

Проведенные исследования раскрывают эхографические проявления некоторых патологий желудка и кишечника у собак и кошек, позволяют получать объективные количественные параметры при их ультразвуковом исследовании структур у собак и кошек.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы и представить рекомендации по их практическому использованию.

### **Выводы:**

1. Толщина стенки желудка собак между складок, измеренная при УЗИ, составляет  $2,39 \pm 0,55$ ;  $2,98 \pm 0,34$ ;  $3,25 \pm 0,57$ ;  $3,87 \pm 0,46$  и  $4,19 \pm 0,61$  мм для весовых категорий  $\leq 5$ , 6–15, 16–25, 26–35,  $\geq 36$  кг соответственно, толщина стенки желудка кошек между складок составляет  $2,34 \pm 0,15$  мм и не зависит от степени наполнения желудка. Толщина стенки желудка у собак в складке составляет  $4,58 \pm 0,83$ ;  $6,63 \pm 1,54$ ;  $7,14 \pm 1,31$ ;  $7,95 \pm 0,92$  и  $8,67 \pm 1,44$  мм для весовых категорий  $\leq 5$ , 6–15, 16–25, 26–35,  $\geq 36$  кг соответственно, а у кошек –  $5,57 \pm 0,88$  мм и значительно колеблется в зависимости от степени наполнения желудка.

2. Процентное соотношение оболочек двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок у собак составляет: слизистая 67,6; 67,2; 34,9 %; подслизистая основа 12,5; 12,6; 20,9 %; мышечная 10,2; 10,7; 27 %; серозная 9,7; 9,5; 17,2 % соответственно, у кошек соотношение оболочек двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок составляет: слизистая

59,4; 56,2; 26,9 %; подслизистая основа 17,4; 16,9; 27,8 %; мышечная 12,7; 13,6; 29,2 %; серозная 10,1; 13,2; 16 % соответственно. Достоверные различия в толщине стенки практически всех исследуемых органов пищеварения в сравнении с предыдущей весовой группой у собак установлены между группой  $\leq 5$  кг и группой 6–15 кг и в группах, находящихся через одну весовую категорию.

3. Визуализация слепой кишки у собак при УЗИ ограничена. У кошек толщина стенки тела и верхушки слепой кишки кошек составляет  $1,44 \pm 0,32$  и  $2,49 \pm 0,43$  мм соответственно. В верхушке слепой кишки присутствует неоднородный слой слизистой оболочки с гипозоногенными округлыми или овальными областями размером 0,10–0,15 мм, представленными лимфоидными узелками, разделенными тонкими гиперэхогенными полосками. Толщина комбинированных слизистой оболочки и подслизистой основы стенки верхушки слепой кишки, измеренная при УЗИ, составляет  $1,74 \pm 0,31$  мм. Длина верхушки слепой кишки от начала комбинированной слизистой оболочки и подслизистой основы составляет  $9,50 \pm 1,10$  мм.

4. Толщина стенки ободочной кишки собак составляет  $1,14 \pm 0,19$ ;  $1,57 \pm 0,28$ ;  $1,77 \pm 0,26$ ;  $1,98 \pm 0,20$ ;  $2,14 \pm 0,23$  для весовых категорий  $\leq 5$ , 6–15, 16–25, 26–35,  $\geq 36$  кг соответственно, толщина стенки ободочной кишки кошек составляет  $1,21 \pm 0,15$  мм.

5. Индекс эхогенности стенки желудка собак составляет в среднем значении 22,10 / 52,70 / 26,60 (слизистая, подслизистая основа, мышечная оболочка), стенки двенадцатиперстной кишки – 15,81 / 56,44 / 33,76, стенки тощей кишки – 15,45 / 55,82 / 34,94, стенки подвздошной кишки – 32,52 / 59,64 / 32,88. Индекс эхогенности стенки желудка кошек составляет 35,19 / 63,54 / 43,44 (слизистая, подслизистая основа, мышечная оболочка), стенки двенадцатиперстной кишки – 28,78 / 56,9 / 42,19, стенки тощей кишки – 27,85 / 56,28 / 42,9, стенки подвздошной кишки – 41,34 / 64,15 / 41,66.

6. Ультразвуковая картина тонкого отдела кишечника у собак и кошек изменяется после кормления. Эхогенность слизистой оболочки приобретает неоднородность, у 64,7 % собак в двенадцатиперстной и тощей кишках появляются единичные и множественные гиперэхогенные вкрапления не более 0,15 см и продольно ориентированная параллельно подслизистой основе гиперэхогенная полоса толщиной не более 0,10 см. Наиболее эти изменения выражены с 60 по 120 минуту после кормления и имеют тенденцию к уменьшению к 180 минуте. Только 21,4 % кошек проявляют наличие единичных гиперэхогенных вкраплений в слизистой оболочке двенадцатиперстной либо тощей кишки с 40 по 90 минуту после кормления. Индекс эхогенности двенадцатиперстной и тощей кишок после кормления собак и кошек стандартизированным рационом не изменяется.

7. Хронический лимфоцитарный энтерит у кошек характеризуется повреждением поверхности эпителия ворсин, расширением крипт, фиброзом крипт, наличием лимфоцитов внутри эпителия и в собственной пластинке слизистой оболочки. При УЗИ регистрируется утолщение стенки

тощей до  $3,84 \pm 0,47$  мм и подвздошной кишок до  $3,95 \pm 0,26$  мм, что превышает показатели клинически здоровых животных в среднем на 44,9 % и 53,7 % соответственно. Эти изменения происходят за счет гипертрофии мышечной оболочки, толщина которой для тощей и подвздошной кишок составляет  $1,32 \pm 0,28$  и  $1,53 \pm 0,33$  соответственно, что в 3,66 и 2,46 раза больше, чем у клинически здоровых животных. Утолщение мышечной оболочки может иметь обратимый характер. Индекс эхогенности стенки тощей кишки у кошек с хроническим энтеритом составил  $24,39 / 49,93 / 28,19$  (слизистая, подслизистая основа, мышечная оболочки), имеет тенденцию к снижению на 12 % у слизистой оболочки и подслизистой основы, а эхогенность мышечной оболочки достоверно снижена на 52,1 % в сравнении с клинически здоровыми животными.

8. Тифлит у кошек сопровождается повреждением поверхности эпителия, гиперплазией крипт и нарушением их архитектуры, скоплением лимфоцитов между криптами, а также наличием нейтрофилов в собственной пластинке слизистой оболочки, инфильтрацией лимфоцитами мышечной оболочки, нарушением структуры сосудов с десквамацией эндотелия и гомогенизацией стенки артериол. Ультразвуковые изменения сопровождаются слабо выраженной дифференцировкой оболочек стенки верхушки слепой кишки или отсутствием дифференцировки. Слизистая оболочка и подслизистая основа стенки верхушки слепой кишки составляет  $2,13 \pm 0,27$  мм, что на 22,4 % больше, чем у клинически здоровых кошек.

9. Алиментарная лимфома при УЗИ регистрируется как диффузное утолщение стенки кишечника в 1,77–2,37 раза в сравнении с клинически здоровыми животными (37,5 % случаев), так и локальное – в 2,79–9,06 раза (62,5 % случаев), за счет мышечной оболочки, которая превосходит таковую у клинически здоровых животных в 2,58–5,00 раз при диффузном и в 7,74–34,35 раза – при локальном поражении стенки. У всех животных визуализируемые поражения гомоэхогенны и обусловлены инфильтрацией мышечной оболочки лимфоидными элементами и разрастанием лимфоидных фолликулов. Индекс эхогенности стенки тощей кишки составил  $28,34 / 51,45 / 21,08$ , для подвздошной кишки –  $40,72 / 57,12 / 19,82$  (слизистая, подслизистая основа и мышечная оболочки), что свидетельствует о снижении эхогенности мышечной оболочки на 52,8 %. У 25 % кошек с локальным поражением присутствуют гиперэхогенные очаги в толще мышечной оболочки из-за наличия склеротизированной соединительной ткани.

10. Характерными ультразвуковыми проявлениями парвовирусного энтерита собак являются эктазия желудка и петель тонкого отдела кишечника, отсутствие или ослабление их перистальтических сокращений, наличие в их полости анэхогенного жидкостного содержимого, уменьшение толщины слизистой оболочки тонкого отдела кишечника, определяемой по соотношению толщины слизистой оболочки к толщине всей кишечной стенки, составляющей менее 50 %. Индекс эхогенности стенки тощей кишки составил  $39,37 / 61,57 / 45,56$  (слизистая, подслизистая основа и мышечная оболочки), что свидетельствует о повышении эхогенности слизистой оболочки в 2,54 раза, подслизистой основы в 1,1, а мышечной

оболочки в 1,3 раза, что обусловлено частичным некрозом и десквамацией ворсинок, пролиферацией клеточного инфильтрата в собственной пластинке слизистой оболочки.

11. Ультразвуковыми проявлениями у кошек при панлейкопении являются гипотония и эктазия желудка и петель тонкого отдела кишечника с наличием в их полости анэхогенного жидкостного содержимого, сохранение слоистости их стенки, утолщение поверхностного слоя слизистой оболочки двенадцатиперстной и тощей кишок в виде гиперэхогенной полосы толщиной 0,46–0,74 мм, уменьшение соотношения слизистой оболочки ко всей толщине стенки двенадцатиперстной и тощей кишок на 41,8–43,6 % и повышение эхогенности слизистой оболочки, при котором индекс эхогенности стенки тощей кишки составляет в среднем 34,93 / 59,12 / 43,84 (слизистая, подслизистая основа и мышечная оболочки). Гистологически эти изменения обусловлены десквамацией эпителиоцитов ворсинок, скоплениями белковой массы в криптах, вакуолизацией и десквамацией эпителия крипт, очаговым скоплением вокруг крипт клеточных инфильтратов из лимфоцитов и макрофагов.

12. Ультразвуковая картина токсокар в полости кишечника у кошек и собак зависит от направления ультразвукового потока датчика относительно продольной оси гельминта. При ориентации потока через центр продольной оси токсокары видны контуры ее тела в виде двух параллельных линий диаметром 1,80–3,30 мм и тонкая (0,60–0,80 мм) гиперэхогенная полоска в ее центре, являющаяся кишечной полостью гельминта. Токсокары могут имитировать нормальную границу полости кишечника со слизистой оболочкой, если полость кишечника не заполнена химусом.

13. В 9,5 % клинических случаев инородные тела в тонком кишечнике у собак и кошек регистрируются как мерцающий артефакт в режиме ЦДК и ЭДК. В фантомной модели, с использованием различных объектов, мерцающий артефакт в доплеровских режимах сканирования регистрируется только на объектах с высокой отражающей способностью и шероховатой поверхностью.

### **Практические предложения:**

1. Морфометрические и эхографические данные, в том числе индекс эхогенности (патент РФ № 2746439 от 14.04.2021), полученные при ультразвуковом исследовании желудка, тонкого и толстого отделов кишечника у клинически здоровых собак и кошек, могут использоваться как референсные параметры для оценки их состояния и для нейросетевых компьютерных моделей глубокого обучения, с целью распознавания диагностических ультразвуковых изображений в ветеринарной гастроэнтерологии этих видов животных.

2. Описанные ультразвуковые изменения в органах пищеварительного канала у собак и кошек при хроническом лимфоцитарном энтерите, алиментарной лимфоме, парвовирусном энтерите, вирусной панлейкопении, токсокарозе (патент РФ № 2742566 от 08.02.2021), подтвержденные гистологически, могут применяться в качестве диагностических маркеров в практической деятельности ветеринарных специалистов.

3. Результаты исследований могут быть использованы при проведении научных исследований, в учебном процессе при подготовке специалистов ветеринарного и биологического профиля, повышении их квалификации по визуальной диагностике, а также при составлении монографий, учебных и справочных пособий по ветеринарной гастроэнтерологии.

#### **Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы:**

Установленные эхографические морфометрические параметры стенки желудка, тонкого и толстого отделов кишечника у кошек и собак, количественные параметры экзогенности, индекс экзогенности их стенки в зависимости от функционального состояния, а также при воспалительных и неопластических процессах создают предпосылки для изучения других нозологических патологий пищеварительного канала у этих видов, а также проведения исследований у других видов животных.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### **Статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ**

1. Цыганский, Р. А. Артефакты при ультразвуковом исследовании пищеварительного канала у мелких домашних животных и их диагностическое значение / Р. А. Цыганский // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2017. – Т. 34, № 2. – С. 41–48.
2. Цыганский, Р. А. Гистологическая и ультрасонографическая характеристика слепой кишки кошки / Р. А. Цыганский, А. Н. Квочко, В. В. Михайленко // Морфология. – 2018. – Т. 153, № 3. – С. 301–302.
3. Цыганский, Р. А. Количественное определение экзогенности кишечника при алиментарной лимфоме кошек / Р. А. Цыганский // Известия МАО. – 2018. – Т. 2, № 42. – С. 145–149.
4. Цыганский, Р. А. Количественные характеристики экзогенности желудочно-кишечного тракта у кошек / Р. А. Цыганский // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – № 1. – С. 33–40.
5. Цыганский, Р. А. Количественные характеристики экзогенности пищеварительного канала у собак / Р. А. Цыганский // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 5. – С. 113–120.
6. Цыганский, Р. А. Ультразвуковая и гистологическая картина при хроническом энтерите у кошек / Р. А. Цыганский, В. В. Михайленко // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – № 4 (40). – С. 31–34.
7. Цыганский, Р. А. Ультразвуковое исследование при алиментарной лимфоме кошек / Р. А. Цыганский // Научная жизнь. – 2018. – № 9. – С. 130–140.
8. Цыганский, Р. А. Ультразвуковое исследование при токсокарозе собак и кошек / Р. А. Цыганский // Ветеринарный врач. – 2016. – № 2. – С. 62–67.

9. Цыганский, Р. А. Ультрасонографическая и гистологическая характеристика пищеварительного канала собак при парвовирусном энтерите / Р. А. Цыганский, А. Н. Квочко, В. В. Михайленко // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – №1. – С. 115–123.

10. Цыганский, Р. А. Ультрасонографическая характеристика желудка собаки / Р. А. Цыганский // Морфология. – 2020. – Т. 157, № 2–3. – С. 232–233.

11. Цыганский, Р. А. Ультрасонографическая характеристика пищеварительного канала собаки / Р. А. Цыганский // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 11. – С. 46–56.

12. Цыганский, Р. А. Эхогенность тонкого отдела кишечника собак и кошек в зависимости от его функционального состояния / Р. А. Цыганский // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 4 (25). – С. 41–48.

13. Цыганский, Р. А. Эхографическая характеристика пищеварительного канала кошки / Р. А. Цыганский // Морфология. – 2017. – Т. 152, № 6. – С. 52–60.

14. Цыганский, Р. А. Эхографическая характеристика слепой кишки кошек в норме и при тифлите / Р. А. Цыганский // Иппология и ветеринария. – 2018. – № 1 (27). – С. 106–113.

#### **Монографии**

15. Цыганский, Р. А. Ультрасонография пищеварительного канала собак и кошек : монография / Р. А. Цыганский. – СПб. : Лань, 2019. – 72 с. – ISBN 978–5–8114–3365–0.

#### **Патенты**

16. Патент 2742566 Российская Федерация, МПК А61В 8/00 (2006.01). Способ ультразвуковой диагностики парвовирусного энтерита у собак: № 2020117912 ; заявл. 20.05.2020 ; опубл. 08.02.2021 / Цыганский Р. А.; заявитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет». – 11 с.

17. Патент 2746439 Российская Федерация, МПК А61В 8/00 (2006.01). Способ определения эхогенности стенки желудка и тонкого кишечника у собак и кошек: № 2020106782 ; заявл. 12.02.2020 ; опубл. 14.04.2021 / Цыганский Р. А. ; заявитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет». – 17 с.

#### **Публикации, индексируемые в Web of Science и Scopus**

18. Tsygansky, R. A. Dogs and cat's jejunum echoicity characterization in the postprandial period / R. A. Tsygansky, I. I. Nekrasova, A. N. Shulunova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 677 052101.

19. Tsygansky, R. A. Quantitative intestinal ultrasonography for dogs' parvoviral enteritis / R. A. Tsygansky, I. I. Nekrasova, V. M. Mikhailenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 677 042061.

20. Tsygansky, R. A. Twinkle artefact diagnostic role when having dogs and cats' digestive system ultrasonography / R. A. Tsygansky, I. I. Nekrasova, A. N. Shulunova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 677 042054.

#### **Публикации в материалах конференций и других научно-практических изданиях**

21. Цыганский, Р. А. Допплеровский мерцающий артефакт в ветеринарной гастроэнтерологии / Р. А. Цыганский // Продовольственная безопасность в контексте новых идей и решений : материалы Международной научно-практической конференции. 10 марта 2017 г. – Семей : Государственный университет имени Шакарима, 2017. – Том 2. – С. 415–419.

22. Цыганский, Р. А. Алиментарная лимфома собак и кошек / Р. А. Цыганский // Сборник трудов 7-й Всероссийской межвузовской конференции по ветеринарной хирургии 24–25 ноября 2017 года в ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина». – М., 2017. – С. 180–198.

23. Цыганский, Р. А. Сравнительная характеристика подвздошно-ободочно-кишечной области у собак и кошек при ультразвуковом исследовании / Р. А. Цыганский // Материалы 19-й Международной научно-методической конференции по патологической анатомии животных «Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных». – Ставрополь : АГРУС, 2018. – С. 373–379.

24. Tsygansky, R. A. Quantitative ultrasonography of the stomach and small intestine in healthy dogs / R. A. Tsygansky, I. I. Nekrasova, A. N. Shulunova [et al.] // Journal of mechanics of continua and mathematical sciences. – 2020. – Special Issue, №. 10. – P. 718–732.

25. Цыганский, Р. А. Эхография желудка собак при парвовирусном энтерите / Р. А. Цыганский, И. И. Некрасова // Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных : материалы 20-й национальной научно-практической конференции с международным участием по патологической анатомии животных. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2020. – С. 228–233.

26. Цыганский, Р. А. Ультразвуковое исследование при вирусной панлейкопении кошек / Р. А. Цыганский // В сборнике научных трудов десятой Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Purina partners. – Москва, 2020. – С. 404–412.

#### **Научно-методические рекомендации**

27. Вопросы общей нозологии / И. И. Некрасова, Р. А. Цыганский, Н. А. Писаренко. – Ставрополь, 2014. – 160 с.

28. Патогенное действие факторов внешней среды на организм животных : лекция / И. И. Некрасова, Р. А. Цыганский, А. Н. Шулунова [и др.]. – Ставрополь : ООО «Респект», 2019. – 60 с.

29. Патологическая физиология тканевого роста : лекция / И. И. Некрасова, Р. А. Цыганский, А. Н. Шулунова [и др.]. – Ставрополь : ООО «Респект», 2019. – 45 с.

30. Гематология : учебное пособие / И. И. Некрасова, А. Н. Квочко, Р. А. Цыганский [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 208 с.

31. Цыганский, Р. А. Ультразвуковая диагностика воспалительных, неопластических и паразитарных патологий пищеварительного канала собак и кошек : методические рекомендации / Р. А. Цыганский, В. С. Скрипкин, А. Н. Квочко. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2021. – 56 с.

32. Цыганский, Р. А. Количественная эходенситометрия структур пищеварительного канала собак и кошек : методические рекомендации / Р. А. Цыганский, А. Н. Квочко, В. И. Михалев. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2021. – 56 с.

---

Подписано в печать 03.09.2021.

Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,3. Заказ № 242. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ  
«АГРУС», г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.

